

CORNELIA CERCASOV

CLAUDIA-VALENTINA POPA

COMPUȘI NATURALI CU ACȚIUNE TERAPEUTICĂ



editura universității din bucurești

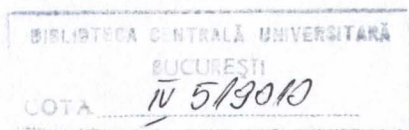
COMPUȘI NATURALI CU ACȚIUNE TERAPEUTICĂ

C U R S
– PARTEA I –



editura universității din bucurești®
2005

Referenți științifici: Prof. univ. dr. Ion BACIU
Ș.L. drd. chim., farm. Eliza OPREA



268/06

© Editura Universității din București
Șos. Panduri, 90-92, București – 050663; Telefon/Fax: 410.23.84
E-mail: editura_unibuc@yahoo.com
Internet: www.editura.unibuc.ro



Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
CERCASOV, CORNELIA

Compuși naturali cu acțiune terapeutică / Cornelia Cercasov,
Claudia-Valentina Popa – București: Editura Universității din
București, 2006

Vol.

ISBN 973-737-117-8

Partea 1 – 2006 – Bibliografie – ISBN 973-737-118-6

I. Popa, Claudia-Valentina

615.32(075.8)

Culegere și tehnoredactare computerizată: Claudia-Valentina Popa

CUVÂNT ÎNAINTE

Lucrarea de față intitulată „Compuși naturali cu acțiune terapeutică” reprezintă un material didactic complementar cursului cu același titlu predat studenților de la domeniul de master de „Chimie terapeutică”, dar și celorlalți chimiști și biochimiști care doresc să-și lărgescă cunoștințele de chimie organică legate în special de aplicațiile terapeutice ale compușilor naturali.

Chimia terapeutică este un domeniu de graniță dintre chimie, biologie, farmacie și medicină, care are drept scop fundamentarea științifică a cunoștințelor adunate de-a lungul timpului despre compuși bioactivi din plantele medicinale folosite ca leacuri în tratarea diferitelor afecțiuni.

De la Paracelsius (1493-1541), considerat întemeietorul chimioterapiei și până în prezent, au fost parcurse numeroase etape în dezvoltarea diferitelor ramuri ale chimiei care s-au dovedit indispensabile progreselor în domenii conexe precum farmacia, medicina, biologia, agricultura.

În țara noastră, în special în ultimii 20-30 de ani asistăm la o mai intensă aplecare spre redescoperirea și punerea la dispoziția consumatorilor a remediilor bazate pe principiile active din plante și fundamentarea științifică a fitoterapiei atât ca o alternativă, cât și ca o componentă complementară a terapiei cu medicamente de sinteză.

Bazat pe cunoștințele generale de chimie organică, în această lucrare sunt prezentate clase importante de compuși naturali cu acțiune terapeutică: glucide, heterozide, alcaloizi, vitamine, oligoelemente, taninuri, compuși polifenolici, chinone, coloranți naturali, principii amare, compuși terpenici etc., corelându-se structura chimică cu proprietățile și aplicațiile terapeutice ale acestora.

În premieră pentru materialele didactice puse la dispoziția studenților chimiști, este capitolul de „Nutriterapie”, care prezintă prin prisma cunoștințelor de chimie organică, biochimie și biologie valoarea nutritivă și acțiunea terapeutică a alimentelor utilizate (zilnic), conștientizând astfel importanța lor pentru sănătatea fiecăruia.

De asemenea, corelat cu valoarea nutritivă a alimentelor, sunt prezentate critic unele aspecte legate de utilizarea aditivilor alimentari, a organismelor modificate genetic, evidențiindu-se beneficiile alicamentelor.

O altă noutate a acestui material îl constituie capitolul ce cuprinde „Noțiuni generale de clasificare a organismelor vegetale” care, într-o formă concisă prezintă sistematic clasificarea actuală, modernă, a lumii vegetale, capitol absolut necesar și totodată binevenit pentru completarea cunoștințelor chimiștilor mai puțin familiarizați cu biologia vegetală și botanica farmaceutică.

Lucrarea de față reprezintă doar o parte din ceea ce se poate scrie despre compuși naturali cu acțiune terapeutică; considerăm că acesta este un început ce se dorește a fi continuat și completat.

Autoarele

CUPRINS

1. SCURT ISTORIC.....	- 7 -
2. COMPUȘI NATURALI CU ACȚIUNE TERAPEUTICĂ	- 10 -
2.1. Materie primă. Produs vegetal. Principiu activ	- 10 -
2.2. Clasificarea principiilor active	- 13 -
2.3. Heterozide	- 14 -
2.3.1. Heterozide fenolice	- 20 -
2.3.1.1. Heterozide ale hidrochinonei (de tip C ₆).....	- 20 -
2.3.1.2. Heterozide fenolice de tip C ₆ -C ₁	- 21 -
2.3.1.2.1. Heterozide ale saligenolului	- 21 -
2.3.1.2.2. Heterozide ale salicilatului de metil	- 22 -
2.3.1.2.3. Heterozide ale vanilalului	- 23 -
2.3.1.3. Heterozide fenolice de tip C ₆ -C ₃	- 24 -
2.3.1.3.1. Derivați ai acizilor polifenolcarboxilici.....	- 24 -
2.3.1.3.2. Cumarină. Derivați cumarinici	- 28 -
2.3.1.3.2.1. Cumarine simple și dimeri.....	- 28 -
2.3.1.3.2.2. Furanocumarine	- 30 -
2.3.1.3.2.3. Piranocumarine.....	- 31 -
2.3.1.3.2.4. Cumestani	- 32 -
2.3.1.3.2.5. Izocumarine	- 33 -
2.3.1.4. Heterozide de tip C ₆ -C ₃ -C ₆ (flavonoide).....	- 37 -
2.3.1.4.1. Flavonozide	- 38 -
2.3.1.4.2. Antocianozide.....	- 47 -
2.3.1.4.3. Proantocianidoli (proantocianidine)	- 51 -
2.3.1.4.4. Catechine. Taninuri catechice	- 54 -
2.3.1.5. Taninuri.....	- 56 -
2.3.1.6. Chinone	- 62 -
2.3.1.6.1. Benzochinone	- 62 -
2.3.1.6.2. Naftochinone	- 62 -
2.3.1.6.3. Antracenozide. Antraglicozide. Heterozide antracene	- 70 -
2.3.1.7. Heterozide steroidice.....	- 76 -
2.3.1.7.1. Fitosteroline.....	- 76 -
2.3.1.7.2. Heterozide cardiotonice (digitalice)	- 81 -
2.3.1.8. Saponozide. Saponine	- 85 -
2.3.1.8.1. Saponozide steroidice (neutre)	- 85 -
2.3.1.8.2. Saponozide triterpenice (acide)	- 88 -
2.3.1.9. Heterozide cianogene (cianogenetice)	- 91 -
2.3.1.10. Tioheterozide. Glucosinolate	- 94 -
2.4. Alcaloizi (principii active azotate).....	- 97 -
2.4.1. Alcaloizi cu nucleu pirolidic și pirolidinic	- 105 -
2.4.2. Alcaloizi cu nucleu piridinic și piperidinic	- 105 -
2.4.3. Alcaloizi cu nucleu tropanic	- 109 -
2.4.4. Alcaloizi cu nucleu pirolizidinic	- 112 -
2.4.5. Alcaloizi cu nucleu chinolizidinic	- 113 -
2.4.6. Alcaloizi cu nucleu chinolinic și chinuclidinic	- 115 -
2.4.7. Alcaloizi cu nucleu izochinolinic.....	- 116 -
2.4.7.1. Alcaloizi din opiu.....	- 117 -
2.4.7.2. Alcaloizi din <i>Berberidis Cortex</i>	- 119 -
2.4.7.3. Alcaloizi din <i>Chelidonii Herba</i>	- 120 -
2.4.7.4. Alcaloizi din curara.....	- 121 -
2.4.8. Alcaloizi cu nucleu indolic	- 123 -
2.4.8.1. Alcaloizi indolici cu structură triciclică (nucleu carbolinic)	- 123 -
2.4.8.2. Alcaloizi indolici cu structură tetraciclică și pentaciclică	- 124 -
2.4.8.3. Alcaloizi din rauwolfia.....	- 126 -
2.4.8.4. Alcaloizi indolici cu structură heptaciclică	- 127 -

2.4.9. Alcaloizi cu nucleu imidazolic.....	- 128 -
2.4.10. Alcaloizi cu nucleu purinic	- 129 -
2.4.11. Substanțe halocinogene fără azot în moleculă	- 131 -
3. NUTRITERAPIE. DIETOTERAPIE	- 134 -
3.1. Starea de sănătate.....	- 136 -
3.2. Apa.....	- 139 -
3.3. Echilibrul acido-bazic	- 142 -
3.4. Alimentația.....	- 143 -
3.4.1. Digestia	- 144 -
3.4.2. Metabolismul	- 148 -
3.4.2.1. Metabolismul glucidic.....	- 150 -
3.4.2.1. Metabolismul proteic	- 150 -
3.4.2.3. Metabolismul lipidic	- 153 -
3.4.2.4. Metabolismul mineral	- 153 -
3.4.2.5. Vitamine.....	- 154 -
3.5. Cicluri nutriționale.....	- 154 -
3.6. Alimentația modernă.....	- 155 -
3.7. Tipuri de alimentație.....	- 155 -
3.8. Surse de proteine	- 157 -
3.9. Surse de glucide (hidrați de carbon)	- 160 -
3.10. Surse de lipide	- 164 -
3.11. Surse de vitamine și săruri minerale.....	- 164 -
3.12. Aditivi alimentari.....	- 166 -
3.13. Alicamente.....	- 169 -
4. NOȚIUNI GENERALE DE CLASIFICARE A ORGANISMELOR VEGETALE. UNITĂȚI SISTEMATICE	- 173 -
4.1. Regnul <i>Monera</i>	- 179 -
4.2. Regnul <i>Protista</i>	- 181 -
4.3. Regnul <i>Fungi</i>	- 183 -
4.4. Regnul <i>Plantae</i>	- 187 -
4.4.1. Subregnul <i>Bryobionta</i>	- 187 -
4.4.2. Subregnul <i>Cormobionta</i>	- 188 -
4.4.2.1. Încrengătura <i>Pteridophyta</i>	- 188 -
4.4.2.2. Încrengătura <i>Pinophyta (Gymnospermatophyta)</i>	- 197 -
4.4.2.3. Încrengătura <i>Magnoliophyta (Angiospermatophyta)</i>	- 199 -
4.4.2.3.1. Clasa <i>Magnoliatae (Dicotyledonatae)</i>	- 201 -
4.4.2.3.2. Clasa <i>Liliatae (Monocotyledonatae)</i>	- 203 -
BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ	- 205 -
ANEXE.....	- 208 -

1. SCURT ISTORIC

Din cele mai vechi timpuri oamenii au adunat cunoștințe despre plante și animale și au reușit să deosebească plantele folositoare de cele nefolositoare, toxice sau periculoase. Aceste descoperiri au fost la început accidentale, dar cu timpul oamenii au ajuns să recunoască o plantă sau un anumit organ al plantei comestibil de una tămăduitoare sau toxică și să o folosească ca atare. Plantele erau împărțite în unități sistematice empirice, având la bază tocmai utilizarea lor: plante alimentare, tămăduitoare, furajere, ornamentale etc.

Cunoștințele s-au răspândit mai întâi pe cale orală, apoi în scris. Cele mai vechi documente au fost descoperite în Mesopotamia (mileniile IV-II î. Hr.), Babilonia (mileniile II-I î. Hr.), India, Egipt. Cea mai veche scriere cunoscută despre plante aparține unui chinez (Yen Ti), datată cu cca. 2000 de ani î. Hr.; și tot în China s-a elaborat primul dicționar ilustrat al plantelor cunoscute și utilizate de către om. Descrieri ale plantelor apar și în scrierile religioase ale hindușilor, îndeosebi ale celor folosite în magie. De la vechii egipteni se păstrează inscripții și papirusuri în care aceștia descriau plantele cultivate în regiunile în care trăiau.

În perioada sclavagistă cunoștințele științifice au cunoscut o mai puternică dezvoltare. Sunt bine cunoscute numele unor savanți greci, romani și persani, de la care s-au păstrat lucrări de referință și din domeniul anatomiei, fiziologiei și sistematicii vegetale și animale, inclusiv ale plantelor medicinale, descrieri ale unor produse vegetale cu proprietăți terapeutice, metode de preparare a unor „forme” farmaceutice din plante și produse animale. Printre reprezentanții de seamă ai acestei perioade se numără: Hipocrates (460 – 370 î. Ch.); Aristotel (384 – 322 î. Ch.) și Dioscorides (50 – 100 d. Ch.), Galenus (131 – 200 d. Ch.). Teophrastos sau Theophrast (371 – 286 î. Ch.) descria mai mult de 450 de plante, în special pe cele care creșteau în Grecia, în lucrarea „*Historia plantarum*”. Lui îi aparține prima încercare de clasificare a plantelor, în timp ce clasificarea pentru prima dată a mediului înconjurător în plante și animale aparține lui Aristotel, care considera că ființele evoluează de la simplu la complex. Romanul Plinius cel Bătrân (Plinius Caius Secundus, 23 – 79 d. Hr.) a scris o enciclopedie în 37 de volume în care descrie peste 1.000 de plante grupate într-un sistem empiric. Dioscorides, în lucrarea sa „*Materia medica*” a descris cca. 700 de plante, pe care le-a grupat în plante aromatice, alimentare, medicinale, veninoase.

Un arab, Abu Alilbn Sina (980 – 1037 d. Hr.) cunoscut sub numele de Avicena a descris plante noi în „Îndreptarul științelor medicale”.

După destrămarea Imperiului Roman a urmat o perioadă marcată de magie, misticism și ignoranță, Evul Mediu, dar începând cu Renașterea, nu numai cultura, dar și descoperirile geografice și științifice au cunoscut un salt important.

În medicină se constată utilizarea unui număr crescut de plante și animale în scopuri terapeutice provenite în special din țările Lumii Noi.

Principală preocupare a botaniștilor a devenit aceea de a clasifica plantele într-un sistem unitar pe bază de rigurozitate științifică, în așa fel încât să se poată identifica o anumită specie indiferent de regiunea în care crește.

În 1686, John Ray a introdus pentru prima dată termenul de *specie*, prin care înțelegea o totalitate de organisme asemănătoare între ele, care se înmulțesc între ele și dau descendenți asemănători cu părinții, în timp ce J. Tournefort a implementat conceptul de *gen*, descriind cca. 700 de astfel de unități taxonomice. Ceva mai târziu, în 1740 a fost introdus prima dată „*familia*” ca unitate taxonomică, de către A. Jussieu.

O contribuție deosebită la dezvoltarea botanicii în general și a sistematicii în particular a adus-o Carl von Linné (Carl Linnaeus), care a elaborat în 1753 lucrarea „*Species plantarum*”, în care sunt descrise și clasificate peste 100000 de plante. Acest naturalist a introdus următoarele unități sistematice de clasificare: varietate, specie, gen, ordin și clasă. De asemenea, a folosit pentru prima dată sistemul binominal de nomenclatură, denumind plantele în limba latină, care era limba oficială a timpului său. Această clasificare științifică a fost preluată și este folosită și în prezent: ea a făcut posibilă orientarea în diversitatea plantelor și, deci, inventarierea lumii vegetale. Linné era însă adeptul teoriei fixiste care a dus la ideea stabilității speciilor.

Alți botaniști care au contribuit la dezvoltarea sistematicii vegetale sunt: Buffon, contemporan cu Linné și combatant al concepției fixiste; J.B. Lamarck (1744-1829), care a arătat că schimbările dobândite în timpul vieții sunt ereditare; Charles Darwin (1809-1882) care a dezvoltat principiul filogenetic de clasificare (gr. *phyllos* = înrudire, *genesis* = naștere), punând accent pe selecția naturală a speciilor, determinată de variabilitate, ereditate și suprapopulație. Începând cu această perioadă sistemele de clasificare artificiale sau practice (bazate numai pe caracterele morfologice ale plantelor) au fost înlocuite cu sistemele naturale sau filogenetice.

Prima clasificare filogenetică a plantelor a fost făcută de E. Haeckel, care le-a împărțit în două mari grupe: plante fără flori și plante cu flori. Lui i-au urmat numeroși naturaliști care au elaborat sisteme filogenetice proprii. Printre aceștia, botanistul austriac R. Wettstein a împărțit lumea vegetală în nouă încrengături, plasând în ordine ierarhică dicotiledonatele apoi monocotiledonatele, acestea din urmă considerate mai evoluate. Acest sistem de clasificare stă și la baza tratatului „Flora R.S.România”.

În această perioadă se începe folosirea observației și experimentului în scopuri medicale.

Medicul elvețian Paracelsus (1493 – 1541) introduce în tratamentul bolilor ca medicamente substanțe chimice și este considerat întemeietorul chimioterapiei.

Preocupările și acumulările din sec. al XVIII-lea au făcut posibile, în sec. XIX, nu numai dezvoltarea tuturor domeniilor științei, dar și apariția de noi ramuri științifice.

Se pun bazele chimiei vegetale prin lucrările lui Schelle (1742 – 1786), care izolează acizi organici din plante; Derosne și Serturmer, care, în 1806 izolează morfina din opium, Caventou și Pelletier, care izolează chinina din arborele chinchona (1820), Nativelle, cunoscut datorită izolării digitalinei (1869).

Dezvoltarea chimiei organice conduce la: apariția conceptului de principiu activ, referitor la proprietățile terapeutice ale plantelor, sinteza de medicamente, înțelegerea unor aspecte ale biosintezei și metabolizării unor substanțe de interes pentru medicină.

Secolul XX este secolul unei revoluții profunde în știință marcată de numeroase descoperiri și invenții. Caracteristicile științei secolului XX: interdisciplinaritatea cercetărilor științifice, îmbinarea cercetării fundamentale cu cercetarea aplicativă, sunt rezultatul unor eforturi colective și nu individuale, ca în secolul XIX.

Plantele medicinale în tradiția poporului român

România, datorită așezării sale geografice, a climei și reliefului variat, este favorabilă creșterii unei bogate vegetații euroasiatice și mediteraneene.

Documentele descoperite atestă folosirea plantelor de leac pe teritoriul mioritic din cele mai vechi timpuri. Astfel, Tucidides (460 – 396 î. Ch.) semnalează existența de tăblițe dacice cu leacuri din plante, iar Dioscorides (78 d. Ch.) menționează Dacia ca unul din bazinele importante de plante medicinale.

Prima farmacie din România, în care se vindeau și „ierburi de leac”, s-a înființat în anul 1695, odată cu înființarea Spitalului Colțea.

Există o serie întreagă de lucrări în care sunt adunate cunoștințele poporului român privind flora indigenă inclusiv cea medicinală și sistematizarea acesteia pe baze științifice. Astfel, D. Brândză a elaborat prima lucrare de sinteză denumită „Prodromul florei române” (1879), în care erau cuprinse cca. 2100 plante superioare, iar în 1882 a publicat „Limba botanică a poporului român”. În acest context se înscriu și: „Botanica medicală a țaranului român”, semnată de prof. N. Leon (1898) și „Plantele cunoscute de poporul român”, autor Z. Pantu (1906).

Prima clasificare a plantelor la noi a fost făcută de D. Grecescu în „Conspectul florei României” (1898), în care au fost descrise aproximativ 2.500 de plante clasificate după sistemul artificial A. Jussieu. În 1925, A.I. Borza a clasificat plantele pe criterii filogenetice, descriind într-o lucrare apărută în 1947 cca. 3700 plante superioare din toată țara. Cu toate progresele înregistrate, și astăzi există mai multe sisteme de clasificare a plantelor.

În 1855 medicul francez Carol Davilla înființează la București „Școala de mică chirurgie”, unde se predă și farmacognozia. Se pun astfel bazele învățământului medical și farmaceutic.

În 1864 a fost înființată Universitatea din București, în cadrul căreia din anul 1948 face parte și Facultatea de Chimie.

Anul 1949 reprezintă anul înființării Plafar-ului.

2. COMPUȘI NATURALI CU ACȚIUNE TERAPEUTICĂ

Studiul compușilor naturali cu acțiune biologică constituie subiectul (sub diferite forme) al multor discipline, dintre care:

- farmacobotanica: furnizează cunoștințe despre sursele producătoare vegetale (descriere, răspândire, conservare, caractere micro- și macroscopice etc);
- fitochimia (chimia vegetală): se ocupă de structura chimică, biosinteza, proprietățile fizico-chimice ale principiilor active din materiale vegetale, pe baza cărora se stabilesc metode de identificare, dozare, obținere a acestora, în vederea determinării calității produselor vegetale;
- farmacoterapia: se ocupă de tratamentul medicamentos al diferitelor afecțiuni;
- fitoterapia: este aceea ramură a farmacoterapiei care se referă la tratarea unor afecțiuni cu ajutorul preparatelor farmaceutice de origine vegetală;
- chimia și biochimia;
- farmacologia, incluzând farmacocinetica, farmacodinamia, farmacotoxicologia, farmacoterapia;
- agrotehnica: se ocupă cu culturile de plante, condițiile pedoclimatice etc;
- farmacognozia (gr. *pharmakon* = remediu, leac; *gnosis* = cunoaștere): disciplină cu profil farmaceutic, cu caracter aplicativ, care se ocupă cu studiul materiilor prime vegetale sau animale folosite în industria farmaceutică sau a unor compuși chimici cu proprietăți terapeutice remarcabile, în scopul utilizării lor ca medicamente.

Obiectivele studierii compușilor naturali cu acțiune biologică sunt : identificarea și izolarea principiului activ din plante; determinarea structurii chimice a acestuia, care să constituie modele pentru sinteza și semisinteza compușilor izolați sau a altora, precum și a derivaților acestora; stabilirea proprietăților biologice și toxicologice; obținerea de preparate farmaceutice din materia primă vegetală sau animală.

Metodele de terapie includ metodele convenționale de terapie și metode neconvenționale, dintre care sunt acceptate: fitoterapia, homeopatia, acupunctura (pentru definiția acestora –v. capitolul „**Nutriterapie**”).

2.1. Materie primă. Produs vegetal. Principiu activ

Materia primă pentru obținerea medicamentelor naturale o constituie plantele medicinale.

De la o plantă medicinală se poate folosi:

- partea supratereastră, în întregime (*herba*);
- numai anumite organe, care pot fi:

- organele subterane: rădăcină (*radix*), rizom (*rhizoma*), tubercul (*tubera*), bulb (*bulbus*);
- frunza (*folium*);
- mugurii (*turiones*, *gemmae*)
- floarea (*flores*); fructul (*fructus*); sămânța (*semen*);
- scoarța de pe trunchi sau de pe rădăcină (*cortex*).

Produsul vegetal reprezintă organul sau o anumită parte a plantei (uscată și prelucrată) care poate fi folosit pentru prepararea unor produse farmaceutice sau în industria de medicamente. Tot produse vegetale sunt și anumite produse de metabolism: uleiuri esențiale, substanțe grase, rezine, gume.

Fragmente de organe, țesuturi sau celule izolate din structuri anatomice normale se pot prolifera „in vitro” pe medii sintetice, în condiții aseptice, controlate din punct de vedere al temperaturii și umidității, luminii, cantității de oxigen și al multiplicării etc., astfel încât se obțin culturi de celule și țesuturi sau chiar plantule. Acestea devin surse de principii active.

În scop terapeutic se pot folosi și produse animale, care sunt extracte farmacodinamice active sau principii active pure (hormoni, vitamine). Acestea provin de la animale sălbatice sau domestice, insecte, pești.

Denumirea produselor vegetale se face în limba latină de regulă prin doi termeni. Primul arată genul sau specia producătoare, iar al doilea indică organul. De exemplu *Mentha x piperita* L. *folium*, desemnează produsul vegetal: frunzele de mentă, izma bună sau izma de grădină. Uneori se precizează și modul de prelucrare (*Liquiritiae radix cruda*). Sunt și denumiri care nu au legătură cu denumirea plantei producătoare (*Secale cornutum* desemnează scleroții ciupercii *Claviceps purpureae*).

Acțiunea terapeutică se poate datora:

- unei singure substanțe, de regulă organică (principiu activ);
- unui grup de substanțe cu aceeași structură de bază, deosebindu-se prin natura radicalilor;
- unui complex fitochimic (fitocomplex) format dintr-un principiu dominant și principii secundare (efect sinergetic).

În zilele noastre, cele mai folosite plante medicinale sunt cele cultivate în mod controlat, în condiții prielnice creșterii, dezvoltării și recoltării lor. Se mai utilizează însă și plantele medicinale din flora spontană, și, mai nou, culturi de țesuturi și celule.

Pentru **obținerea produselor vegetale** din plante trebuie parcurse următoarele etape:

- colectarea (din flora spontană) sau recoltarea (din flora cultivată)- se face în momentul în care organul vegetal sau chiar întreaga plantă (în funcție de localizarea principiului activ) conține cantitatea maximă de principiu activ; poate fi manuală, mecanizată sau se recurge la metode specifice;

- sortarea sau îndepărtarea corpurilor străine, a impurităților, eventual decorticarea (îndepărtarea țesuturilor externe);
- stabilizarea și fermentarea- sunt două operații care se aplică unor produse vegetale imediat după recoltare și înaintea uscării. În esență, stabilizarea este procesul prin care este stopată (inhibată) acțiunea enzimelor care catalizează procese de hidroliză, oxido-reducere, polimerizare, în urma cărora se obțin compuși mai puțin activi sau inactivi din punct de vedere terapeutic. Stabilizarea se poate face în mai multe moduri: inactivarea enzimatică cu vapori de alcool (la 1,25 atm, 10-15 minute) sau cu alcool fierbinte cu adaos de CaCO_3 (pentru neutralizarea acidității sucului celular); menținerea produselor vegetale la valori extreme de temperatură: la 60 °C timp de o oră sau congelarea; liofilizarea materialului vegetal de interes; precipitarea enzimelor cu sulfat de amoniu; inhibarea enzimelor cu sulfamide, antiseptice, antibiotice, acidifianți etc.

Uneori, pentru a elibera un anumit principiu activ, materialul vegetal ce îl conține trebuie supus fermentației. Fermentațiile presupun declanșarea unor reacții de oxidare, hidroliză, condensare etc și au ca efecte secundare schimbări de culoare, gust, aromă ș.a.

- uscarea, eventual liofilizarea. Uscarea este procesul de îndepărtare a apei din produsele vegetale proaspăt recoltate și se face:
 - natural, în aer liber, la umbră sau la soare (în hambare, șoproane, încăperi special amenajate, bine ventilate). Nu se supun acțiunii razelor soarelui produsele vegetale colorate. Plantele toxice sau puternic mirositoare se usucă în compartimente separate.
 - artificial, în spații închise (uscătorii), care permit circulația curenților de aer cald și mențin o anumită temperatură în incintă (30-50 °C, la presiune normală). Constructiv, ele pot fi de diferite forme și tipuri (evantai, rotative, cu rame, cu tăvi etc). Pentru produse bogate în uleiuri volatile se recurge la uscarea în etuve de fontă, la vid.

Uscarea reprezintă un mijloc de oprire a proceselor fermentative.

Liofilizarea constă în îndepărtarea apei prin congelare (la - 20°C) urmată de sublimarea cristalelor de gheață formate, prin încălzire treptată (+10, +20 °C), la presiune scăzută. Cantitatea de apă rămasă după uscare este apă de constituție și contribuie la menținerea elasticității produselor vegetale. Este un proces laborios, utilizat mai mult pentru obținerea unor produse apicole (lăptișor de matcă), plasmă, hormoni.

- condiționarea- constă în aducerea produselor vegetale la normele de calitate standardizate: se selectează de părțile degradate sau de impuritățile rămase, se taie la dimensiunile cerute, se pulverizează (în concasoare, mori), se mai țin puțin în încăperi cu o umiditate relativă a aerului de 24-26 % pentru a-și recăpăta elasticitatea.
- ambalarea și marcarea se face în scopul depozitării sau livrării către beneficiar (unitate

industrială, laborator, farmacie).

- depozitarea și conservarea presupun camere speciale, bine curățate, aerisite, cu umiditate controlată, cu iluminare indirectă, ferite de agenți dăunători (insecte, rozătoare).

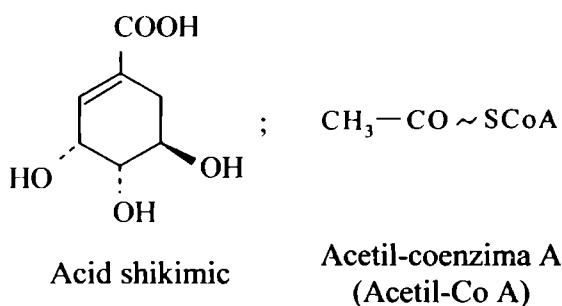
De-a lungul timpului s-au adoptat mai multe criterii de **clasificare a produselor vegetale**, cum sunt:

- alfabetic- după denumirea în limba latină (conform farmacopeciei);
- morfologic- după tipul de organ folosit;
- biosintetic- după natura chimică a precursorilor biosintetici ai principiilor active;
- farmacodinamic sau farmacologic- după acțiunea terapeutică sau după întrebuințare.
- chimic- după natura chimică a principiului activ (dominant).

2.2. Clasificarea principiilor active

Ca și produsele vegetale, compușii naturali cu acțiune terapeutică sunt împărțiți după mai multe criterii. Dintre acestea, dăm ca exemplu:

- taxonomia produselor vegetale din care sunt izolate pricipiile active;
- activitatea terapeutică: hormoni, vitamine, antibiotice;
- biogeneza principiilor active- se referă la precursorii-cheie de la care se formează mai departe compușii de interes pe diverse căi metabolice (de exemplu calea acidului shikimic sau calea acetil coenzimei A);



- structura chimică;
- scheletul moleculei: compuși alifatici, cicloalifatici, aromatici, heterociclici;
- existența grupelor funcționale etc.

În prezentul material vom trata compușii naturali **după structura chimică a principiului activ** conținut. În cazul mai multor principii active, se are în vedere principiul activ dominant.

Compușii naturali cu acțiune terapeutică sunt numeroși, ei încadrându-se în următoarele clase: zaharide (oze și ozide); lipide, lecitine; principii active cu structură terpenică (uleiuri volatile, carotenoide, rezine, iridoide, principii amare); vitamine și provitamine; alcaloizi și protoalcaloizi; principii active azotate nealcaloidice; principii active de origine marină; substanțe alergizante.

Data fiind vastitatea materialului referitor la compușii naturali cu acțiune terapeutică, în

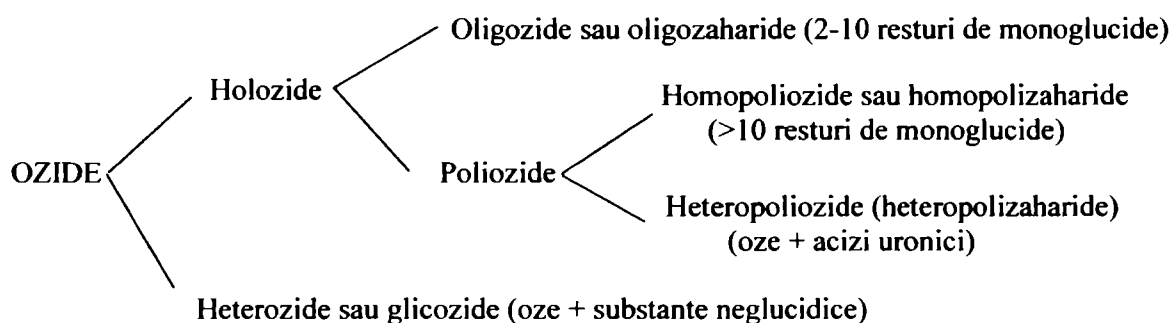
continuare vor fi dezvoltate aspectele cele mai importante legate de **heterozide și alcaloizi**. Alte clase de compuși cum ar fi: principiile amare, vitaminele și provitaminele, principiile alcaloidice fără azot, vor fi trecute în revistă la clasele de compuși de care se leagă din punct de vedere structural. Acțiunea terapeutică a acestor compuși naturali este indicată la fiecare grup de compuși, respectiv plantele ce-i conțin.

2.3. Heterozide

Glucidele (carbohidrați, zaharide sau zaharuri) sunt compuși polihidroxi-monocarbonilici și derivați ai acestora. Sunt larg răspândite în lumea vie. La plante se găsesc în toate organele plantei și reprezintă cca. 50% din substanța uscată.

Din punct de vedere al structurii, ele sunt împărțite în:

- oze (monozaharide sau monoglucide) și
- ozide, care fie sunt formate numai din oze sau din oze și acizi uronici și sunt holozide, fie au în compoziție și alți compuși neglucidici pe lângă oze, fiind grupate generic în clasa heterozide.



La acestea se adaugă o serie de compuși care conțin oze în structură, precum: glicoproteine, glicolipide și glicosulfolipide, glicoalcaloizi, acizi nucleici.

Heterozidele sunt ozide cu structură acetalică rezultate din eterificarea grupelor –OH glicozidice cu un alcool, fenol, tiol sau o amină (bază azotată). Ele sunt formate dintr-o parte glucidică numită glicon și una neglucidică denumită aglicon, genină sau genol. Gliconul poate fi o monoglucidă sau o oligoglucidă.

Denumirea heterozidelor se face prin adăugarea sufixului „-ozidă” la rădăcina cuvântului care desemnează gliconul, agliconul, sursa vegetală sau cercetătorul care a descoperit aceea heterozidă.

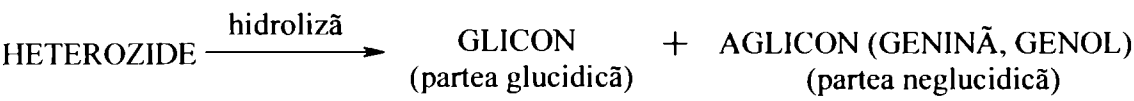
Pentru a denumi agliconii se folosește sufixul „-ol”.

Heterozidele sunt denumite generic și glicozide. Particular, dacă monoglucida gliconului este glucoza, heterozidele se numesc glucozide, dacă este fructoza- fructozide etc.

S-au păstrat și denumirile mai vechi (improprie), compuse cu sufixul „-ină” (arbutină, digitalină), însă acesta este folosit în prezent pentru a denumi alcaloizii și nu heterozidele.

Structură chimică și clasificare

Heterozidele sunt formate din una sau mai multe oze (glicon), și o parte neglucidică (agliconul, genină sau genol). Aceste componente structurale rezultă prin scindarea hidrolitică (acidă, enzimatică) a heterozidelor:



Marea diversitate a heterozidelor este dată în principal de structura agliconului și parțial de cea a părții glucidice.

Agliconul poate fi un compus hidroxilat, un tiol, o bază azotată sau o catenă hidrocarbonată, natura acestuia imprimând și tipul de legătură dintre părțile componente ale heterozidelor, după cum reiese din tabelul 2.1.

Tabelul 2.1 Relația aglicon-heterozidă rezultată

Natura agliconului		Legătura (aglicon-glicon)	Natura heterozidei rezultate
0		1	2
Compuși hidroxiilați	R – OH (alcooli)	G* – O – R	O- heterozide (oxigen-heterozide)
	Ar – OH (fenoli)	G – O – Ar	
	St – OH (steroli)	G – O – St	
Tioli	R – SH	G – S – R	S- heterozide (sulf-heterozide sau glicozinolate)
Baze azotate	R – NH ₂ (amine primare)	G – NHR	N- heterozide (azot-heterozide)
	R ₂ – NH (amine secundare)	G – NR ₂ (mai rar)	
Catene hidrocarbonate	R – CH ₂ – CH ₃	C – C (mai rar)	C- heterozide (carbon-heterozide)

*G = glicon sau partea glucidică a unei heterozide

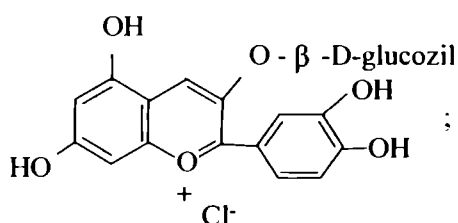
În cele mai multe glicozide naturale oza gliconului este D-glucoza, dar se mai întâlnesc și alte glucide atât din seria D cât și din seria L: D și L fructoză, D și L xiloză, D și L ramnoză, zaharoză etc. Structurile unor glucide, printre care unele mai puțin cunoscute dar des întâlnite în heterozide (rutinoză, primveroză, gențiobioză) sunt prezentate în *Anexa nr 1*.

În funcție de orientarea grupei –OH glicozidice, glicozidele pot avea configurație β (predominant) sau configurație α (foarte rar).

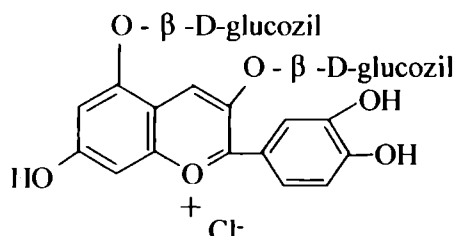
De asemenea, se deosebesc monoglicozide sau monodesmозide, dacă partea glucidică se leagă doar la un atom de carbon, de obicei prin intermediul unui atom de oxigen și diglicozide sau

bisdesmozide, triglicozide etc, atunci când ozele care alcătuiesc partea glucidică se fixează la doi, trei sau mai mulți atomi din aglicon.

De exemplu monodesmozida crizantemozida este 3-O-β-D-glucozida cianidolului, iar bisdesmozida numită cianozidă este 3,5-O-βD-diglucozida cianidolului.



Crizantemozida
(3-O-β-D-glucozida cianidolului)

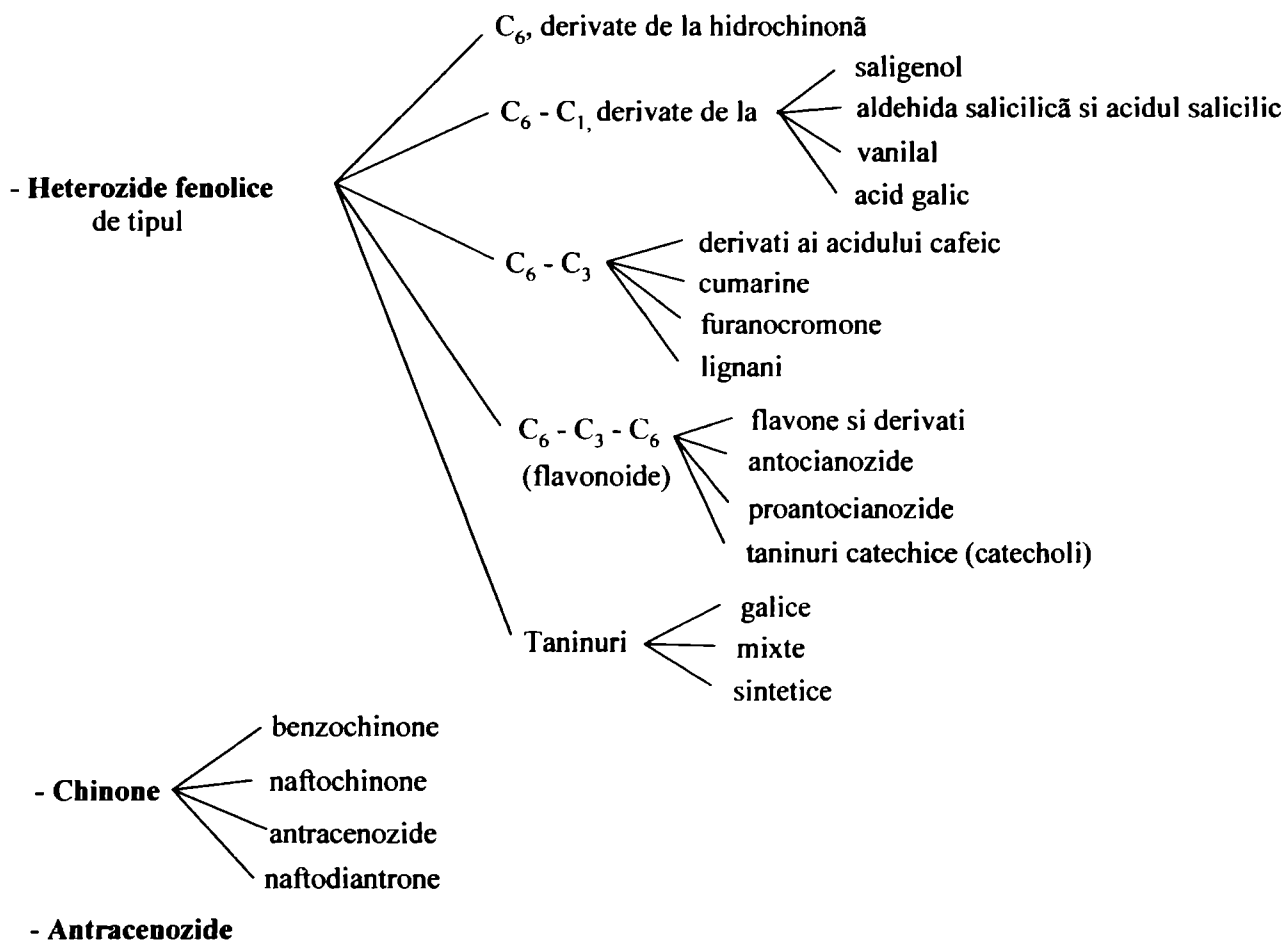


Cianozida
(3,5-O-β-D-diglucozida cianidolului)

Foarte rar legătura glicon-aglicon este de tip C-C, cel mai adesea ea se realizează prin intermediul unui atom de oxigen, sulf sau de azot (rar).

Uneori agliconii pot avea structuri complicate.

În funcție de structura chimică a agliconului și de atomul de legătură dintre acesta și partea glucidică, se deosebesc:



- **Heterozide steroidice** cu schelet ciclopentanperhidrofenantrenic
 - fitosteroline
 - heterozide digitanoliche
 - heterozide cardiotonice (digitalice)
 - withanolide
- **Saponozide**
 - steroidice
 - triterpenice
- **Heterozide cinogene (cianogenetice)**
- **Tioheterozide (glucosinolate)**

Proprietăți fizice generale

Proprietățile fizice ale heterozidelor sunt determinate în primul rând de structura chimică a agliconilor, partea glucidică afectând mai puțin aceste proprietăți.

Heterozidele sunt substanțe solide cristalizate sau amorse, funcție de lungimea gliconului (cu cât catena glucidică este mai mică, cu atât tendința de cristalizare este mai mare), incolore sau colorate (în galben, roșu, albastru, violet ș.a.), cu gust amar (de diferite intensități).

Sunt solubile în solvenți polari, precum apă, metanol, etanol. În solvenți nepolari (cloroform, benzen, eter) sunt în general insolubili, exceptând heterozidele cu aglicon hidrocarbonat mare.

Glicozidele sunt optic active, cel mai adesea levogire și nu prezintă mutarotație.

De asemenea, acești compuși nu au proprietăți reducătoare, având hidroxilul glicozidic blocat.

Proprietăți chimice generale

Cea mai importantă reacție este hidroliza, care poate avea loc

- parțial și gradat în prezența unor enzime specifice;
- nespecific și total în mediu acid.

Atunci când partea glucidică este reprezentată de o oligoglucidă, sub acțiunea enzimelor este detașat treptat câte un rest de monoglucidă, obținându-se pe rând din heterozide primare, heterozide secundare (având resturi glucozil din ce în ce mai puține) și în final progenoli. Progenolii sunt acele structuri în care se mai păstrează o catenă glucidică scurtă (de obicei o singură monoza). Legătura dintre monoza și agliconul progenolului se scindează hidrolitic numai în mediu acid.

Specificitatea enzimelor implicate în hidroliza glicozidelor depinde de natura legăturii glicozidice (sunt α -, respectiv β -glicozidaze sau glicozid-hidrolaze), de natura ciclului ozei (furanozidaze, piranozidaze), sau de natura legăturii din heterozida supusă hidrolizei (sunt O-, N-, S-, sau C-heterozidaze).

Exemple de enzime des întâlnite: maltaza (α -glucozidaza), emulsina (β -glucozidaza), mirozinaza (o tioheterozidază sau S-heterozidază) etc.

În plante, enzimele se găsesc în aceeași celulă cu heterozidele sau în celule diferite (caz în care ele pot veni în contact doar prin ruperea peretelui celular sau prin pierderea semipermeabilității membranelor celulare).

Pentru a stopa acțiunea enzimelor asupra heterozidelor conținute într-o plantă, după recoltare se impune stabilizarea materialului vegetal.

Obținerea de principii active

În vederea obținerii de principii active cu structură glicozidică, materialele vegetale sunt supuse unor procedee clasice de obținere precum: extracții, decocturi, infuzii, macerări, percolări, antrenări cu vapori.

Solvenții cei mai utilizați în extracții sunt alcoolul (și soluții hidroalcoolice), acetona și apa.

Extracția propriu-zisă este urmată de o concentrare a produsului natural de interes (heterozidă) și de separarea acestuia de substanțele-balast.

În ultima vreme se folosește CO_2 lichid ca solvent (se lucrează la presiune mai mică de 65 atm), dar și propan, butan, prin metoda extracției cu fluide supercritice.

Prin această metodă se obțin extracte cu o compoziție chimică foarte apropiată de cea a produselor naturale, dar și separarea selectivă a principiilor active, în funcție de temperatură și presiune.

Purificare/separare

Operațiile de purificare/separare sunt destul de laborioase și diferă de la caz la caz. În principiu, soluțiile extractive apoase se pot purifica prin precipitare cu un agent de precipitare adecvat: acesta nu trebuie să formeze cu heterozidele combinații insolubile în apă. Se pot folosi hidroxidul de bariu, acetatul de plumb, sulfatul feric.

Precipitatul format se reține prin filtrare, se suspendă cu apă și se descompune cu un reactiv adecvat îndepărtării cationilor din aceste combinații sub formă de precipitate (Ba^{2+} se îndepărtează cu H_2SO_4 , Pb^{2+} cu H_2S , Na_2S sau NaHCO_3 etc.). După filtrare se concentrează la reziduu. Reziduuul se spală cu solvenți de polarități diferite pentru a se înlătura impuritățile, apoi se reia cu alcool sau cu apă și se concentrează; se depun cristale.

În cazul în care extracția s-a făcut cu alcool, mai întâi se îndepărtează alcoolul prin distilare și se extrag compușii lipofili cu solvenți de polarități diferite. Reziduuul se reia în apă și se tratează cu acetat de plumb. Se recurge la spălarea precipitatului cu eter, îndepărtându-se ionul Pb^{2+} și anionul acetat, iar soluția purificată se supune cristalizării.

Analiză chimică

Analiza chimică a heterozidelor implică reacții de identificare și dozare specifice chimiei analitice anorganice și organice. Se utilizează reacții specifice agliconului.

Prezența heterozidelor este pusă în evidență prin determinarea puterii rotatorii specifice ($[\alpha]^{20}$) a soluției de analizat, înainte și după hidroliza enzimatică a heterozidelor. În urma hidrolizei rezultă ozele componente ale heterozidelor, care modifică valoarea acestui parametru.

Pentru a determina structura chimică a unei heterozide se poate recurge la metode colorimetrice, complexonometrice, gravimetrice etc.

În general, determinarea structurii unui anumit compus dintr-un extract este mai dificilă având în vedere faptul că acesta coexistă cu alți compuși, uneori cu structuri asemănătoare. Dificultăți pot apărea și în cazul în care structura acestuia este mai complicată. Totodată, unele principii active pot suferi o serie de reacții (oxidări, racemizări) în timpul izolării și/sau păstrării lor.

Rol fiziologic

Glicozidarea reprezintă o modalitate prin care o serie de compuși labili sau volatili sunt stabilizați, iar substanțele toxice precum fenolii trec în altele, netoxice.

Sub formă de heterozide, substanțele insolubile pot străbate membranele celulare și pot difuza din plasmă în vacuole, în vederea depozitării în organele de rezervă, cu alte cuvinte glicozidarea facilitează transportul substanțelor insolubile (metaboliți lipofili).

Prin glucidele pe care le eliberează în urma hidrolizei, glicozidele servesc ca substanțe de rezervă pentru organism.

Proprietăți terapeutice generale și întrebuințări

Proprietățile terapeutice ale glicozidelor sunt determinate în principal de structura chimică a agliconului; partea glucidică influențează absorbția enterală, legarea de proteinele serice, solubilitatea care asigură circulația, repartiția și viteza de eliminare a lor.

Dintre acțiunile terapeutice ale glicozidelor enumerăm:

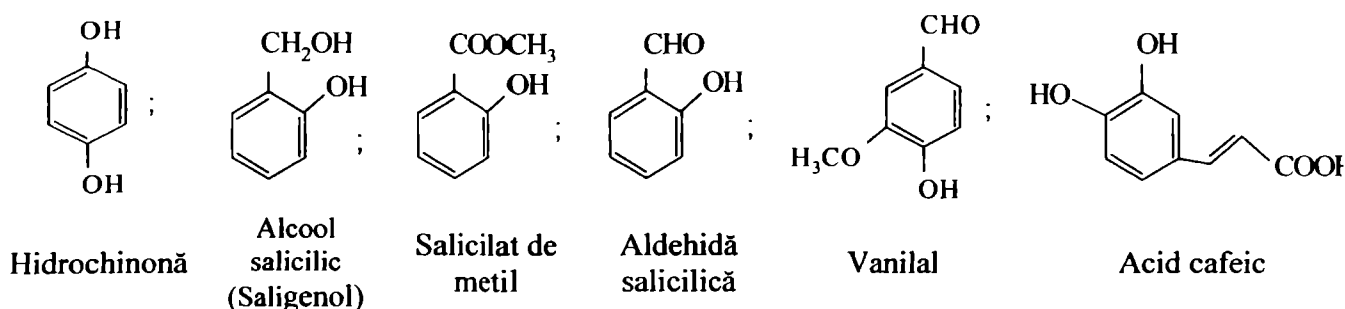
- heterozidele fenolice sunt antiinflamatorii, analgezice, antireumatice, febrifuge, bacteriostatice față de unii agenți patogeni;
- cumarinele au acțiune venotonă și vasoprotectoare, dar și diuretice, coleretice, fotosensibilizatoare sau ecranante împotriva radiațiilor solare;
- flavonozidele sunt factori P, alături de antocianozide și proantociani;
- taninurile sunt antidiuretice, antimicotice, antivirale, antiinflamatoare;
- naftochinonele au în general acțiune bacteriană și antifungică, antivirală, insecticidă, fungicidă;
- antracenozidele sunt laxativo-purgative și litiazice;

- saponozidele triterpenice sunt expectorante, cicatrizante, adaptageni antimicrobieni, antivirali și antimicotici;
- heterozidele cianogene (cianogenetice) sunt antitusive și expectorante;
- tioheterozidele sunt iritanți pentru piele și mucoase prin produșii de hidroliză etc.

Utilizările heterozidelor derivă din proprietățile lor terapeutice și sunt specificate la fiecare clasă de compuși în parte*. Ele intră în compoziția multor produse medicamentoase și preparate farmaceutice: comprimate, drajeuri, soluții buvabile, injectabile, colire, siropuri, extracte și soluții hidroalcoolice, tincturi, infuzii, ceaiuri, soluții externe, unguente, creme ș.a.m.d. Chiar și heterozide care s-au dovedit extrem de toxice, ca heterozidele cardiotonice, își găsesc utilizări în terapeutică, în doze mici și sub strictă supraveghere putând fi folosite în scopuri curative în unele maladii.

2.3.1. Heterozide fenolice

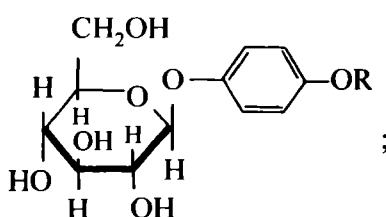
Heterozidele fenolice sunt acele heterozide în care agliconul este un fenol, cel mai adesea hidrochinona (heterozide de tip C₆) sau alcoolul salicilic și derivații săi (heterozide de tip C₆ – C₁):



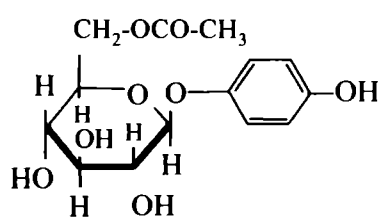
Clasificarea heterozidelor fenolice se face în funcție de structura agliconului. Astfel se disting heterozide ale: hidrochinonei, ale saligenolului, ale salicilatului de metil, ale vanilalului și ale acidului cafeic.

2.3.1.1. Heterozide ale hidrochinonei (de tip C₆)

Printre cele mai reprezentative heterozide fenolice derivate de la hidrochinonă se numără:

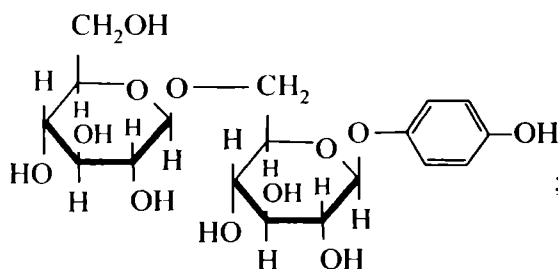


R = H: Arbutozida (β-D-glucozida hidrochinonei),
R = -CH₃: Metilarbutozidă

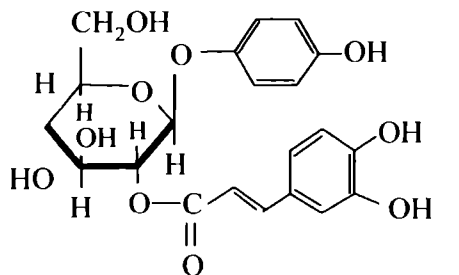


Pirozida (6'-Acetilarbutozidă)

*Prezența multor compuși într-un anumit organ al unei plante sau în întreaga plantă determină acțiuni dintre cele mai diverse ale acesteia. Prin urmare nu putem spune că o plantă are numai una, ci mai multe acțiuni terapeutice, determinate de unul sau de mai mulți dintre compușii prezenți în compoziția chimică. O plantă este din acest punct de vedere un ansamblu complex și doar din motive lesne de înțeles subliniem o anumită proprietate terapeutică dată de un anumit principiu activ, „separând-o” de „întreg”.



Geniobiozida hidrochinonei



2`-Cafeoilarbutozida

Surse vegetale

- Astfel de compuși au fost izolați și identificați în frunzele unor plante precum: *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng. sin. *Arbutus uva ursi* L. sin. *Arbutus officinalis* Win et Grab. (strugurii ursului, în România sunt monument al naturii) cu până la 14% arbutozidă, însoțită de metilarbutozidă, 2`-O-galoil arbutozidă, hidrochinonă;
- *Vaccinium vitis idaeae* L. (merișor sau coacăz de munte) cu 3 - 8% arbutozidă și derivați ai arbutozidei acilați la glucoză;
- *Vaccinium myrtillus* L. (afin) ș.a.

Acțiuni terapeutice și întrebuințări

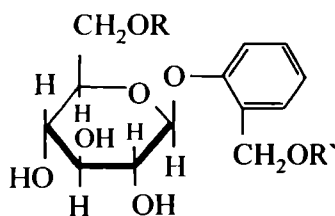
Frunzele acestor plante se folosesc sub formă de decocturi, infuzii sau macerate, fiind recunoscute ca antiseptice urinare (se administrează împreună cu NaHCO_3 , care alcalinizează urina) și antiinflamatoare. Hidrochinona și monometil hidrochinona sunt inhibitori ai sintezei de melanină, de aceea se folosesc la depigmentarea cicatricelor hiperpigmentare și a pistruiilor, dar numai pe suprafețe mici și pe perioade scurte de timp, în mod contrar producând leucomelanodermii.

2.3.1.2. Heterozide fenolice de tip $\text{C}_6\text{-C}_1$

În această categorie se numără heterozide ale saligenolului și ale esterului său metilic, cât și ale vanilalului.

2.3.1.2.1. Heterozide ale saligenolului

Câțiva reprezentanți de seamă ai heterozidelor derivate de la saligenol sunt salicozida, populozida, salicil-populozida:



Heterozida	R	R'
Salicozida	H	H
Populozida	H	Benzoil
Salicil-populozida	Salicil	Benzoil

Surse vegetale

Compuși precum salicozida și derivații ei benzoilați au fost izolați din scoarța multor specii de *Salix* (*S. alba* L., salcie), din mugurii foliari de *Populus nigra* L., *P. tremula* L., (plop) din vârfurile înflorite ale plantei *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim. sin. *Spiraea ulmaria* L. (crețușcă, barba caprei).

Acțiuni terapeutice și întrebuințări

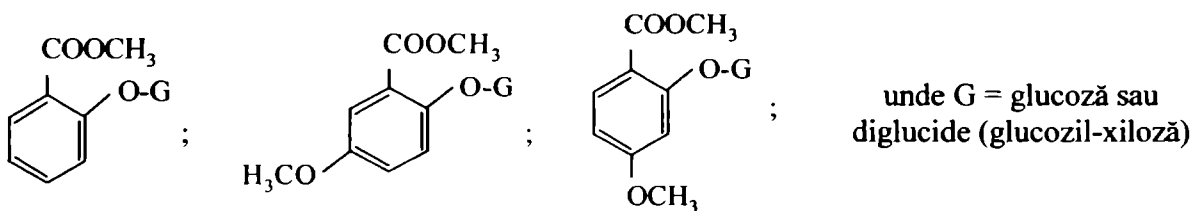
Acțiunea terapeutică se datorează acidului salicilic care se formează prin oxidarea saligenolului rezultat prin hidroliza salicozidei. Ca și acidul acetilsalicilic, infuziile din scoarță de salcie recoltate primăvara-vara de pe ramuri în vârstă de 3-4 ani și din mugurii de pin recoltați primăvara timpuriu au efecte antiinflamatoare, analgezice și de reducere a febrei.

Totodată, aceste principii active au acțiune antiagregantă plachetară și sedativă.

Se folosesc în afecțiuni reumatismale, dismenoree, dureri pelviene, hiperexcitabilitate nervoasă, anxietate. Infuziile și siropurile din muguri de plop se utilizează din timpuri străvechi în medicina populară pentru tratarea bronșitelor și a traheitelor, dar și a degerăturilor sau hemoroizilor (intră în formula preparatului „*Unguentum Populeum*”).

2.3.1.2.2. Heterozide ale salicilatului de metil

Structural, sunt O-heterozide și au ca parte glucidică glucoza sau diglucide de tipul primverozei, glucozil-xiloză.



Surse vegetale

Se găsesc în cantități mai mari în specii din familia *Rosaceae*: genul *Rubus*, dintre care *R. idaeus* (smeur) și genul *Fragaria* (căpșun); genul *Cerasus* (*C. avium*-cireșul), în măceș (*Rosa canina*), dar și în alte specii, ca de exemplu în scoarța, frunzele și mugurii de *Populus* sp. (plop) sau scoarța de *Betula* sp. (mesteacăn) ș.a.

Acțiuni terapeutice și întrebuințări

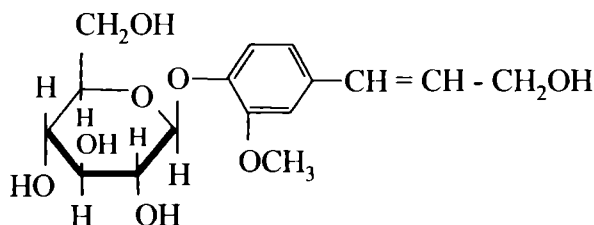
Acțiunea terapeutică se datorează acidului salicilic obținut prin hidroliza enzimatică ce se declanșează imediat după recoltare, când se rupe mai întâi legătura dintre aglicon și glicon și apoi cea esterică cu formare de acid salicilic și alcool metilic.

Prin uscare, mirosul specific salicilatului de metil dispare.

Este evidentă posibilitatea utilizării acestor plante ca antireumatice, analgezice, antiinflamatoare, antipiretice.

2.3.1.2.3. Heterozide ale vanilalului

Un reprezentat de seamă al acestor glicozide este coniferozida (coniferina), care dă prin hidroliză glucoză și alcool coniferilic (alcool p-hidroxi-m-metoxi-cinamic).



Surse vegetale

Compusul a fost izolat prima dată din sucul cambial al coniferelor (de unde și denumirea) și în *Asparagus officinalis* L. (sparanghel).

Coniferozida a fost pusă în evidență și în fructele plantelor aparținând genului *Vanilla* (vanilie), care sunt liane ce cresc în regiunile calde din Indonezia, insulele Antile, Madagascar etc.

De exemplu, conținutul în vanilină al fructelor de *Vanilia planifolia* este de cca. 2%.

După ce sunt recoltate, fructele sunt supuse fermentației, când au loc reacții de oxidare și hidroliză în urma cărora glucozida inodoră trece în vanilal, cu miros caracteristic plăcut-aromat ((figura 2.1).

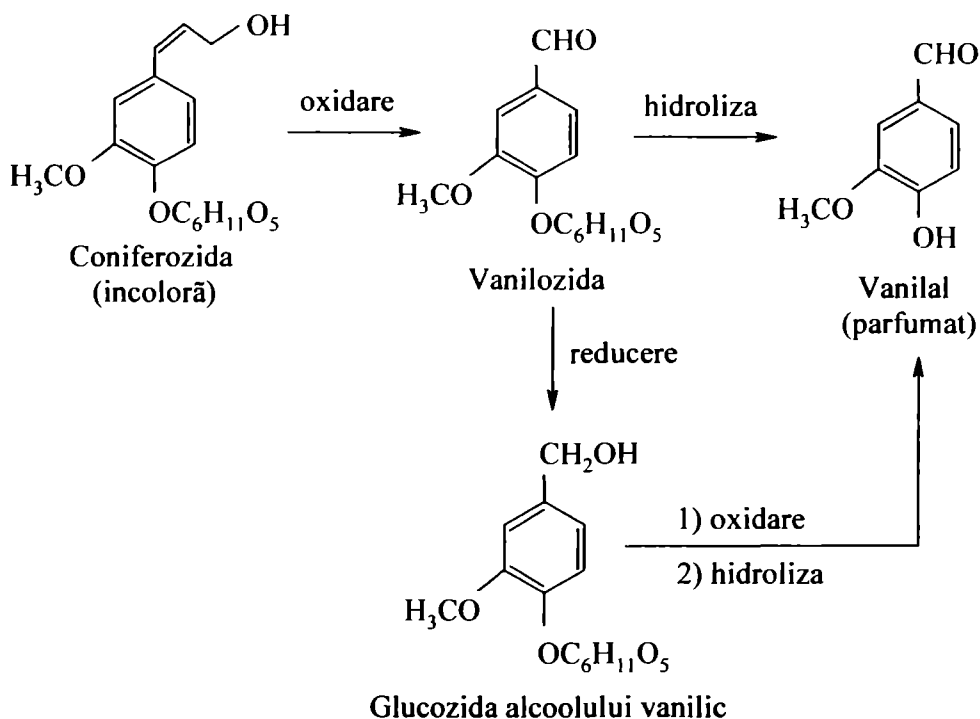


Figura 2.1. Transformările chimice din timpul fermentației fructelor de vanilie

Alături de vanilal (vanilină, p-hidroxi-m-metoxibenzaldehidă), în compoziția chimică a fructelor fermentate se găsesc și alți produși rezultați prin degradare enzimatică: alcool și acid vanilic, alte aldehyde, acizi, alcooli etc.

Acțiuni terapeutice și întrebuințări

Materialul vegetal este comercializat sub denumirea de vanilie și prelucrat sub formă de batoane, pudră sau soluții (hidro)alcoolice, esențe, folosindu-se ca aromatizant și corector de gust.

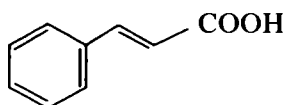
2.3.1.3. Heterozide fenolice de tip C₆-C₃

Dintre heterozidele fenolice de tip C₆-C₃ prezentăm în cele ce urmează derivați ai acizilor polifenolcarboxilici și cumarinele.

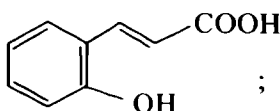
2.3.1.3.1. Derivați ai acizilor polifenolcarboxilici

Derivații acizilor polifenolcarboxilici sunt de tip C₆ - C₃ (în care C₆ reprezintă nucleul benzenic și C₃ o catenă laterală cu trei atomi de carbon, numite și fenilpropanoide). Sunt reprezentați în principal de esteri ai acidului cafeic, acidului p-cumaric, acidului ferulic și acidului sinapic. Mai rar se întâlnesc esteri ai acizilor o-cumaric și o-ferulic, heterozide sau acil-heterozide.

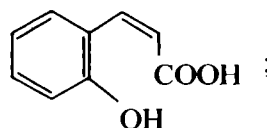
Precursorul acestor acizi este acidul cinamic, respectiv p-hidroxicinamic.



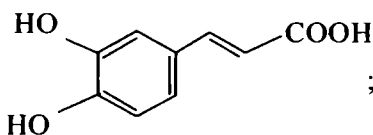
Acid trans-cinamic



Acid cumaric

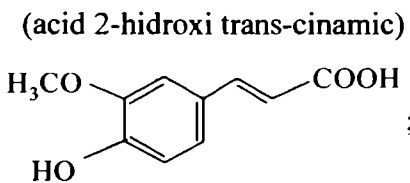


Acid cumarinic



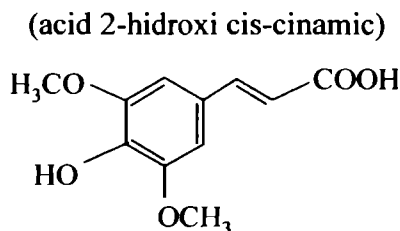
Acid cafeic

(acid 3,4-dihidroxi trans-cinamic)



Acid ferulic

(acid 4-hidroxi-3-metoxi trans-cinamic)



Acid sinapic

(acid 4-hidroxi-3,5-dimetoxi trans-cinamic)

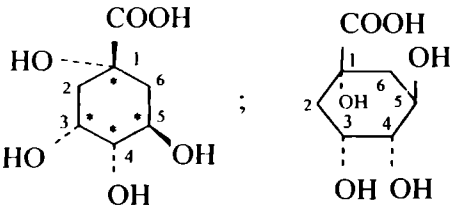
Derivații care au în structură două grupe **o-dihidroxi** fenolice se numesc ODP-uri.

În tabelul 2.2. sunt date câteva exemple de esteri și heterozide ale acidului cafeic și ai acidului ferulic.

Tabelul 2.2. Exemple de derivați ai acidului cafeic și ai acidului ferulic

#	Acid cafeic	Acid ferulic
Acid chinic	Acidul clorogenic (și izomerii săi) și alți esteri monocafeoil chinici	
	Cinarina (și izomerii săi) și alți esteri dicafeoil chinici	
Acid tartric	Acidul cichoric	Acid feruil-tartric
Acid 2-hidroxi-dihidrocafeic	Acidul rozmarinic (sau labiatic)	
	Acidul litospermic	
Glucoza și alte oze + 3,4-dihidroxi-fenil-etanol	Echinacozida și alte (acil)heterozide	

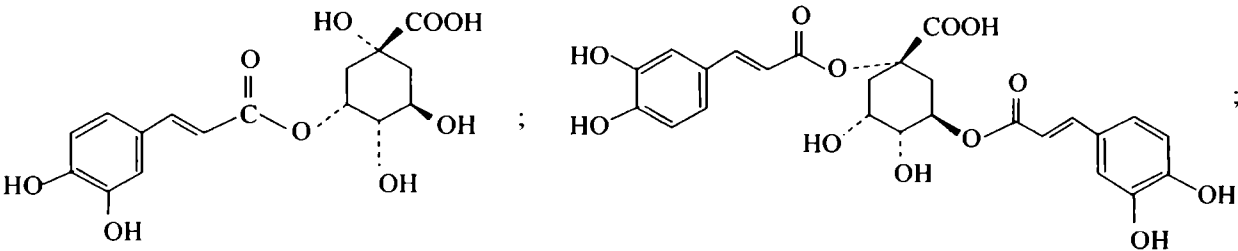
Acidul chinic este acidul 1,3,4,5-tetrahidroxiciclohexan-1-carboxilic. Având patru atomi de carbon asimetrici prezintă $2^4 = 16$ stereoizomeri optic activi; stereoizomerul întâlnit în compușii naturali are configurația următoare:



Acid chinic

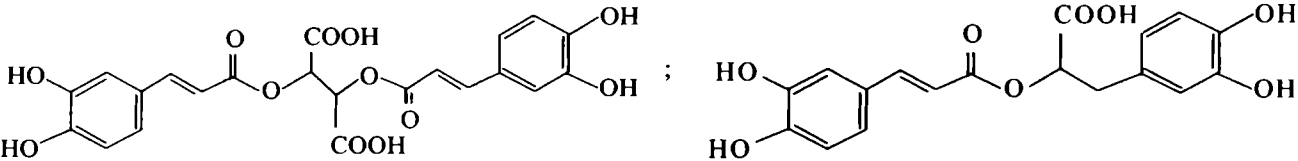
Izomerii acidului clorogenic (acidul 3-cafeoil chinic) sunt: acidul 1-cafeoilchinic (criptoclorogenic), acidul 4-cafeoilchinic (neoclorogenic), acidul 5-cafeoilchinic (izoclorogenic).

Cinarina este reprezentantul esteric al acidului chinic care prezintă câte un rest cafeoil în pozițiile 1 și 5 ale ciclului hexanic. Ceilalți esteri sunt acizi 1,3-, 1,4-, 3,4-, 3,5- și 4,5-dicafeoilchinici.



Acidul clorogenic (acid 3-cafeoil chinic)

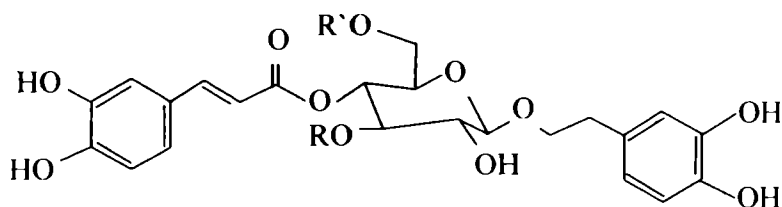
Cinarina (acid 1,5-dicafeoil chinic)



Acid cichoric

Acid rozmarinic

Heterozidele derivate de la acizii polifenolcarboxilici au următoarea structură:

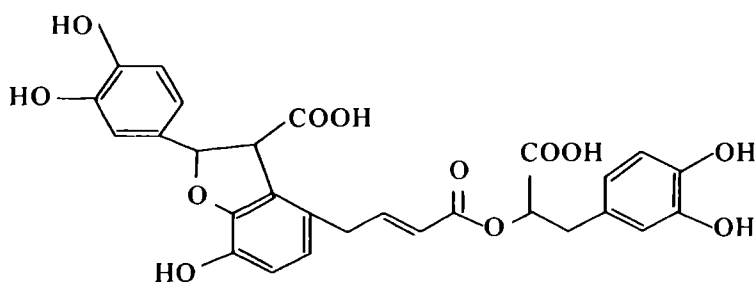


Pentru R = L-ramnoză și R' = D-glucoză se obține echinacozida (extrasă din rădăcini de *Echinaceae*).

Surse vegetale

Acizii cafeic, ferulic, sinapic, cumaric, clorogenic etc sunt mult răspândiți în lumea vegetală (plante, microorganisme).

Derivați ai acizilor polifenol-carboxilici au fost identificați în frunzele plantei *Cynara scolymus* L. (anghinară), cu un conținut de cel puțin 1% polifenoli totali exprimați în cinarină (dintre care acidul clorogenic reprezintă 40% alături de cinarină și alți derivați), în rădăcinile și partea aeriană a unor specii de *Echinaceae*, printre care și *E. augustifolia* D.C., bogate în cinarină, acid cicoric, poliholozide, derivați poliiinici, sau în partea supratestreă a unor plante din genul *Lithospermum*, de exemplu *L. officinalis* L. (meișor), în care s-au identificat acidul litospermic și alți acizi polifenolici, cafeic, ferulic, rozmarinic etc.



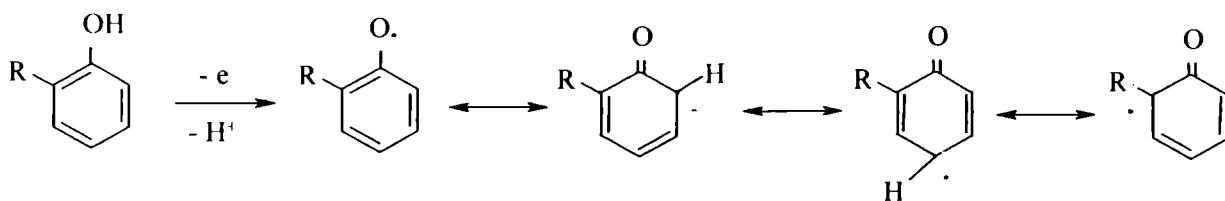
Acid litospermic

În aceste plante se mai întâlnesc o serie întreagă de alți compuși, printre care flavonozide, ca 7-rutozida-4'-glucozida luteolului (cinarotrioza), glucide, principii amare cu structură mono-și sesquiterpenică, acizi organici etc. În frunzele de anghinară există enzima numită labenzimă sau cheag vegetal.

Principiile amare sunt substanțe ternare, netoxice, cu gust puternic amar, care determină creșterea secreției gastrice pe cale reflexă dacă sunt administrate oral, cu 30 de minute înaintea meselor și care, în general, nu sunt absorbite. Din punct de vedere chimic, sunt terpenoide lactonice nesaturate, cu structură: monoterpenică, sesquiterpenică, diterpenică, sterolică, triterpenică sau lignanică. În această categorie nu intră însă orice substanță amară: heterozidele cardiotonice, alcaloizii etc. au gust amar dar nu sunt principii amare.

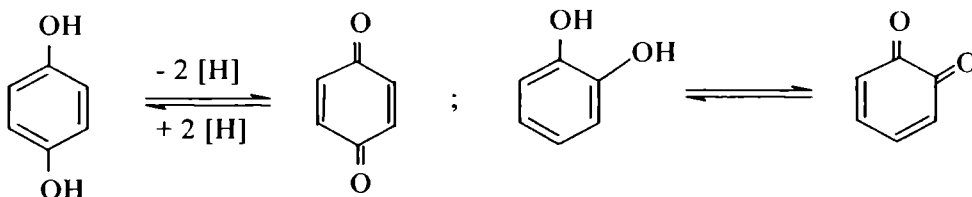
Proprietăți antioxidante

Fenolii sunt sensibili față de agenții oxidanți, care-i transformă într-un amestec de compuși cu structuri complexe, greu de separat. Oxidantul atacă cel mai probabil atomul de hidrogen al grupei –OH, dând un radical liber fenoxi, care apoi dimerizează stabilizându-se:



Pe această sensibilitate a fenolilor se bazează atât reacția cu clorura ferică, cât și neutralizarea radicalilor liberi. Se explică astfel proprietățile antioxidante ale heterozidelor fenolice și incompatibilitatea lor cu metalele.

În cazul existenței a două grupe –OH plasate în poziția orto sau para, oxidarea se poate face ușor, obținându-se chinonele respective; reducerea ușoară a chinonelor cu refacerea grupelor fenolice stă la baza a numeroase sisteme redox, esențiale pentru multitudinea de reacții biochimice.

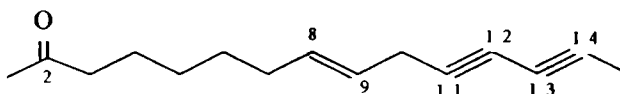


Acțiuni terapeutice și întrebuințări

Prezența tuturor acestor principii active induce o acțiune coleretic-colagogă, hepatoprotectoare (prin derivații cafeici), hipoglicemiantă și hipolipemiantă (prin cinarină), dar și diuretică (datorită flavonelor), febrifugă și bacteriostatică față de unii agenți patogeni.

Frunzele de anghinară au acțiune coleretică și colagogă, datorată în principal derivaților o-dihidroxifenolici. În industria farmaceutică sunt prelucrate frunzele proaspete de anghinară, extractul apos deproteinizat intrând în compoziția produsului „Anghirol”. Planta se folosește cu succes în tratarea insuficiențelor hepatice și renale, hipercolesterolemie și hiperlipidemie, obezitate, ateroscleroză și reumatism. Datorită prezenței principiilor amare azulogene de tipul cinaropicrinei această plantă are acțiune tonic amară.

Rădăcinile de *Echinaceae*, datorită acțiunii antiinflamatoare și cicatrizante, virustatice și antibiotice (prin poliine, de tipul pentadeca-8-en-11,13-diin-2-onă), fiind și un inhibitor al hialuronidazei, se folosesc pentru obținerea de tincturi, infuzii și soluții apoase injectabile în infecții rezistente la antibiotice sau recidivante, anexite, furunculoză, otite, cistite, pielonefrite.



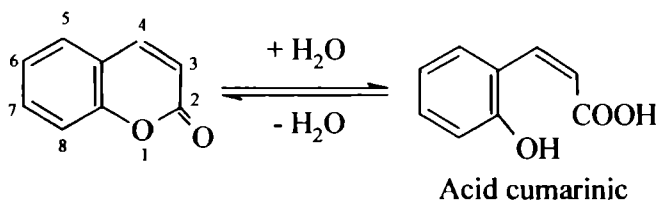
Pentadeca-8-en-11,13-diin-2-onă

Lithospermi herba are acțiune anovulatorie prin producții de oxidare ai acidului litospermic, fiind folosită sub formă de infuzie ca și contraceptiv. Au fost recunoscute și acțiunile antigonadotropă, antitireotropă, antibronșitică ale acestora. Este de subliniat aici faptul că acțiunea farmacodinamică este dată de un produs de oxidare enzimatică (în prezența fenoloxidazei) al acidului litospermic.

2.3.1.3.2. Cumarină. Derivați cumarinici

Cumarina a fost izolată prima oară în 1820 din semințele plantei *Coumarouna odorata* Willd., cunoscute sub denumirea de Faba Tonka sau coumarou, de unde a primit denumirea.

Din punct de vedere chimic, cumarina (sau benzo- α -pirona) este lactona acidului cumarinic:



Derivații cumarinei sunt substanțe lactonice la care structura α - benzopironică este substituită cu radicali precum: -OH, -OCH₃, -C₆H₅, izoprenil.

Cumarinele pot prezenta o structură simplă, uneori dimerizată sau complexă, rezultată prin condensarea la ciclul benzenic a altor sisteme heterociclice.

Cumarinele și derivații săi se găsesc în stare liberă (formă de aglicon) sau glicozidate, deci cu structură heterozidică.

Clasificare

În funcție de structura chimică, cumarinele se împart în: cumarine simple și dimeri, furanocumarine, piranocumarine, izocumarine și cumestani.

2.3.1.3.2.1. Cumarine simple și dimeri

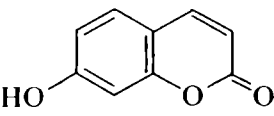
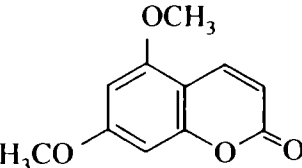
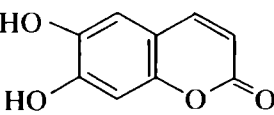
În cumarinele simple substituenții se găsesc frecvent în pozițiile C₆, C₇, C₈ și mai rar în pozițiile C₄ și C₅; majoritatea sunt cumarine 7-hidroxilate.

În tabelul 2.3. sunt prezentate câteva din cele mai importante cumarine, împreună cu sursele vegetale din care au fost izolate în stare liberă.

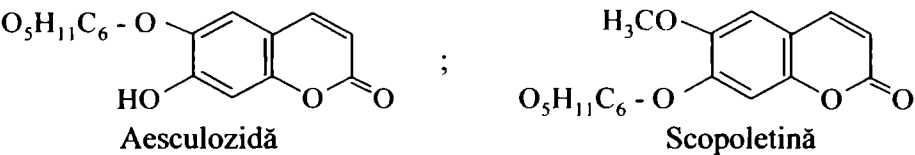
În glicozidele cumarinei, gliconul este reprezentat în special de glucoză. O-glucozida aesculetolului la grupa -OH din poziția 6, de exemplu, se numește aesculozidă sau aesculină și este întâlnită în scoarța castanului sălbatic, alături de aglicon.

Cicoriina este glicozida aesculetinei la grupa -OH din poziția 7 și se găsește în rădăcina și partea aeriană înflorită recoltate de la specia *Cichorium intybus* L., denumită popular cicoare.

Tabelul 2.3. Exemple de cumarine simple și de produse vegetale din care au fost izolate în stare liberă

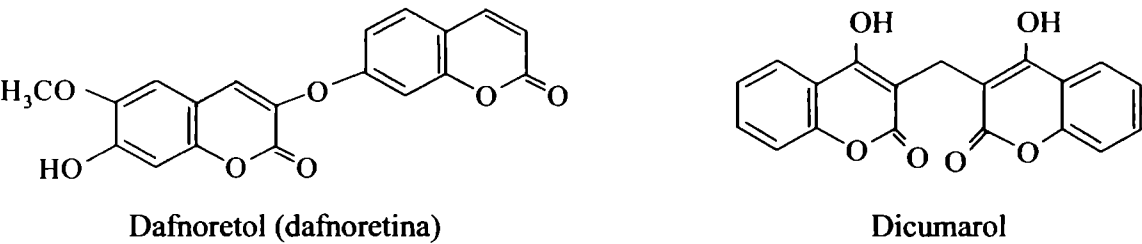
Structură chimică	Denumire chimică	Surse vegetale
	Umbeliferol sau umbeliferonă (7-hidroxicumarină)	- flori de <i>Matricaria chamomilla</i> L., <u>mușetel</u>; - coajă de <i>Daphne mezereum</i> L., <u>tulichină</u>; - rășini de <u>umbelifere</u>
	Citropten sau limeltină (dimetil eterul 5,7-dihidroxicumarinei)	- ulei de <i>Citrus</i> sp., <u>lămâi</u>
	Aesculetol sau aesculetină (6,7-dihidroxicumarină)	- scoarță de <i>Aesculum hyppocastanum</i> L., <u>castan sălbatic</u>; - frunze și somități florale de <i>Melissa officinalis</i> L., <u>roiniță</u>

Scopoletina, eterul metilic al aesculetinei la hidroxilul din poziția 6, joacă rol de inhibitor alături de glucozida sa numită scopolină, opunându-se răspândirii ciupercii parazite a cartofului *Phytophora infestans*. Apare în diverse specii de scopolia.



Dimerii cumarinei iau naștere în urma unor procese fermentative. Legarea celor două nuclee se poate face prin oxigen ca în dafnoretol sau prin grupa metilen, ca în dicumarolul rezultat la fermentația trifoiului.

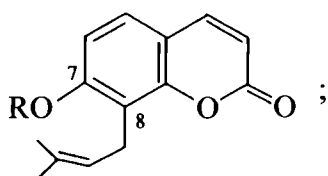
Dicumarolul se formează în urma mucegăirii și fermentării plantelor furajere (trifoi) păstrate în condiții improprii. Provoacă hemoragii puternice animalelor care consumă asemenea nutrețuri (acțiune asemănătoare heparinei).



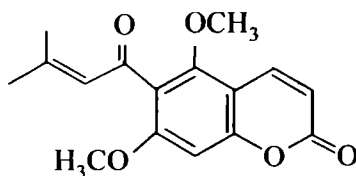
Alte exemple de plante din care au fost izolate cumarine simple, dar și cu structură complexă, sunt cele din genul *Melilotus*, de exemplu specia *M. officinalis* (L.) Pallas, sulfina sau sulcina), sau din genul *Angelica*, specia *Angelica archangelica* L., sin. *Angelica officinalis* Hoffm., angelică.

În terapeutică se utilizează:

- de la sulfina, somitățile florale uscate, ce conțin 0,9-1% derivați cumarinici reprezentați de 2-O-glucozida acidului cumaric, 3,4-dihidrocumarină, acid dihidrocumaric și esteri ai acizilor cumarinic și dihidrocumaric;
- de la angelica, organele subterane, bogate în ostol și ostenol, angeliconă, umbeliferonă, aesculozidă și aesculetol, fraxozidă și fraxetol etc.



pentru $\left[\begin{array}{l} R = H: \text{Ostenol} \\ R = CH_3: \text{Ostol} \end{array} \right.$



Angeliconă

Mirosul plăcut al sulfinei se datorează cumarinei, care se formează în plantă din acidul dihidrocumaric (inodor) care suferă o hidroliză enzimatică urmată de izomerizare și lactonizare. De asemenea, mirosul caracteristic al plantei *Angelica* este imprimat de lactonele macrociclice din compoziția chimică a rădăcinilor de angelică (miros de ambră), potențat de hidrocarburi ca α - și β -pinen, limonen, p-cimen din uleiul volatil al acesteia.

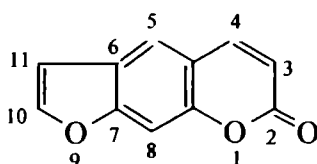
Scopoletolul a fost pus în evidență și în frunzele speciei *Menyanthes trifoliata* L. (trifoiul de baltă), alături de alți compuși: derivați fenil-propanici (acid cafeic, acid ferulic), flavonoide (3-galactozil-kaempferol), taninuri (1-7%), alcaloizi (gențianină), principii amare cu structură monoterpenică ș.a.

2.3.1.3.2.2. Furanocumarine

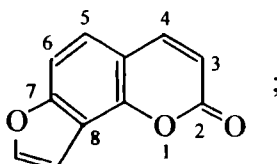
Furanocumarinele sunt cumarinele rezultate prin condensarea benzo- α -pironei cu furanul.

Există mai multe moduri de condensare, ceea ce conduce la mai multe serii de furanocumarine și anume:

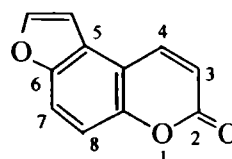
- 6,7-furanocumarina (psoralen) – seria normală;
- 7,8-furanocumarina (izopsoralen) – seria izo;
- 5,6-furanocumarina (allopsoralen) – seria allo.



Psoralen



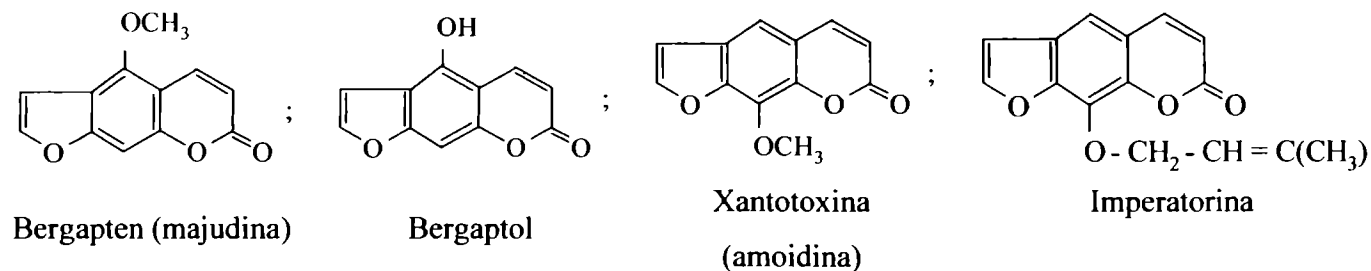
Izopsoralen



Allopsoralen

În furanocumarine substituția se face îndeosebi la C₅, C₈ și mai rar la C₃ sau pe nucleul furanic, printre cei mai întâlniți substituenți fiind grupele –OH, –OCH₃, dimetialil.

Ca exemple de furanocumarine sunt de reținut: bergaptenul (din uleiul de rozacee) și bergaptolul (din uleiul de bergamot), xantotoxina și imperatorina.



Surse vegetale

Fructele speciei mediteraneene *Ammi majus* Lam. (Apiaceae) au cca. 1% furanocumarine alături de alte cumarine și de alți compuși. Dintre furanocumarine, al căror conținut variază în funcție de proveniența plantei, cele mai importante sunt: xantotoxina (0,08-1,5%) care este cea mai activă farmacologic, bergaptenul (0,04-0,31%) mai puțin activ, imperatorina ș.a.

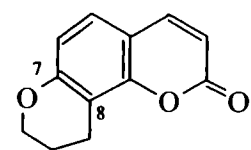
De asemenea, în rădăcinile și mai ales în fructele de angelică se găsesc furanocumarine precum: bergapten, xantotoxină, xantotoxol, imperatorină etc.

Uleiul volatil obținut prin distilarea sau antrenarea cu vapori de apă a rădăcinii proaspăt recoltate a speciei *Levisticum officinale* L. (leuștean) conține 2-5% cumarine și furanocumarine, printre care: cumarină, umbeliferonă, psoralen, bergapten. În medicina tradițională se folosește nu numai uleiul, ci și rădăcinile, frunzele sau fructele, în afecțiuni respiratorii, digestive, locomotorii (reumatism, artrite), dermice (psoriazis). Datorită fenomenelor de fotosensibilitate induse în special de furanocumarine, este contraindicată utilizarea lor îndelungată sau aplicațiile externe.

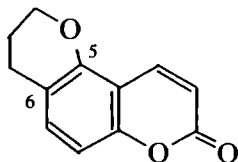
Prezența furanocumarinelor în uleiul volatil din rădăcina sau părțile supraterestre ale plantei *Pastinaca sativa* L. (păstârnac) fac posibilă utilizarea acestuia extern, ca aplicații cutanate (uleiul volatil are acțiune antispasmodică, antiscleroasă).

2.3.1.3.2.3. Piranocumarine

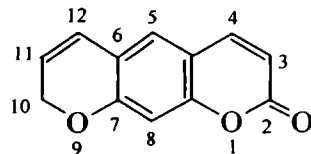
Piranocumarinele sunt cumarinele rezultate prin condensarea benzo- α -pironei cu un ciclu piranic. După atomii implicați în condensare, se deosebesc 7,8-, 5,6- și 6,7-piranocumarine.



7,8-piranocumarine



5,6- piranocumarine

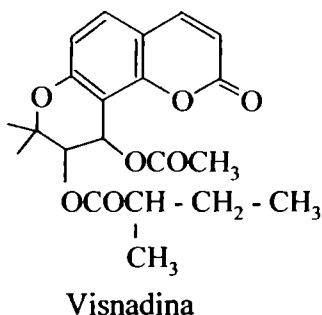


6,7- piranocumarine

Printre glicozidele cu structură piranocumarinică se numără visnadina (7,8-piranocumarină), calofilolida cu structură 5,6-piranocumarinică, precum și 6,7-piranocumarinele: xantiletina și avicenina.

Surse vegetale

Piranocumarinele însoțesc furanocumarinele și ceilalți compuși ai clasei în plantele menționate mai înainte.



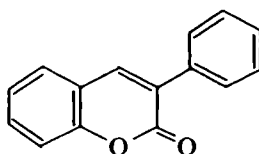
În fructele speciei *Ammi majus* Lam., de exemplu, cumarinele au fost izolate mai întâi sub forma unui total numit visnagan (0,23-2%), din care face parte și visnadina.

În fructele speciei *Foeniculum vulgare* Mill. (fenicul, anason dulce, molură sau molotru) și uleiul volatil obținut din acestea, au fost identificate atât cumarine (umbeliferonă, bergapten, marmasină),

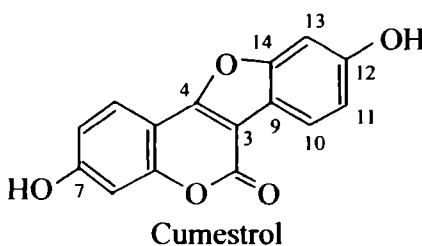
cât și furanocumarine (bergapten, xantotoxol, imperatorină) și piranocumarine (seselină).

2.3.1.3.2.4 Cumestani

Cumestanii sunt 4,14-epoxiderivați ai 3-fenilcumarinelor, substituiți la C₇, C₈, C₁₀, C₁₁ sau C₁₂, cel mai adesea cu –OH sau –OCH₃.



Cumestrolul este un dihidroxicumestan cu câte o grupă hidroxil în pozițiile 7 și 12:



Sativolul din frunzele lucernei prezintă în poziția 8 o grupă –OH, iar în poziția 7 – o grupă metoxi.

Surse vegetale

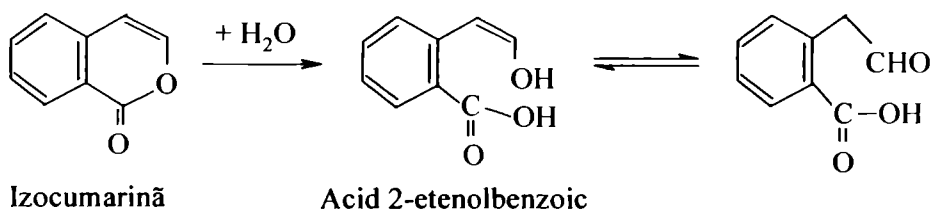
Cumestanii au fost izolați din plante de mare importanță furajeră ca trifoiul (*Trifolium* sp), dintre care se remarcă *Trifolium pratense*, trifoiul roșu și lucerna (*Medicago* sp), unde sunt prezenți împreună cu izoflavone.

Cumestanii au acțiune estrogenă: cumestrolul este un fitoestrogenol de cca. 30 de ori mai activ decât genisteina (vezi „**Izoflavonoidele**”). Metilcumestrolul are 50% din activitatea cumestrolului, iar dimetilcumestrolul- doar 30%.

2.3.1.3.2.5. Izocumarine

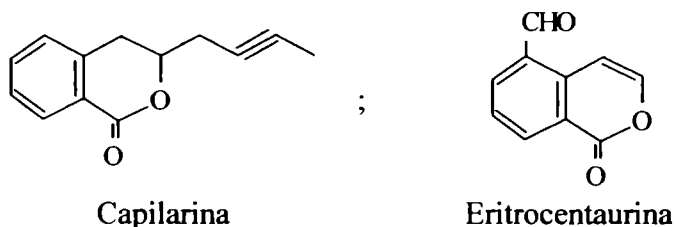
Izocumarinele sunt lactone ale acidului 2-etenolbenzoic, substituie cu grupe carboxil, fenil sau alchil.

Prin hidroliza izocumarinelor, ciclul lactonic se deschide și se formează acidul 2-etenol benzoic:



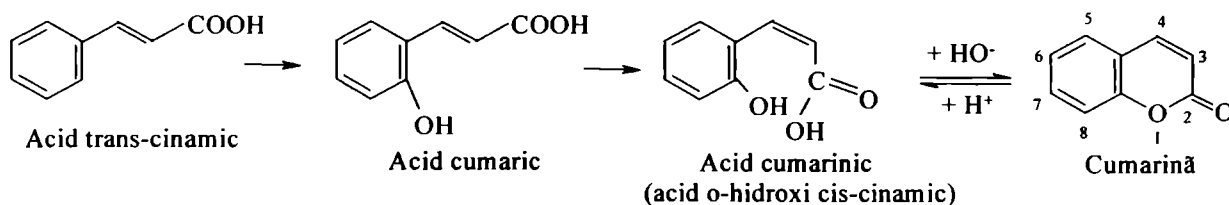
Surse vegetale

Izocumarine și furoizocumarine, împreună cu alte tipuri de cumarine au fost izolate din specii de plante aparținând familiilor *Gentiaceae*, *Asteraceae* sau *Compositae*, *Saxifragaceae*. De exemplu, din părțile aeriene înflorite ale speciei *Artemisia dracunculus* L. (tarhon) a fost identificată izocumarina denumită capilarină, iar din cele ale speciei *Centaurium umbellatum* Gilib., sin. *Erythraea centaurium* (L.) Pers., sin. *C. erytraea* Rafn. sin. *C. minus* Moench., denumită popular țintaură sau fierea pământului a fost izolată eritrocentaurina.

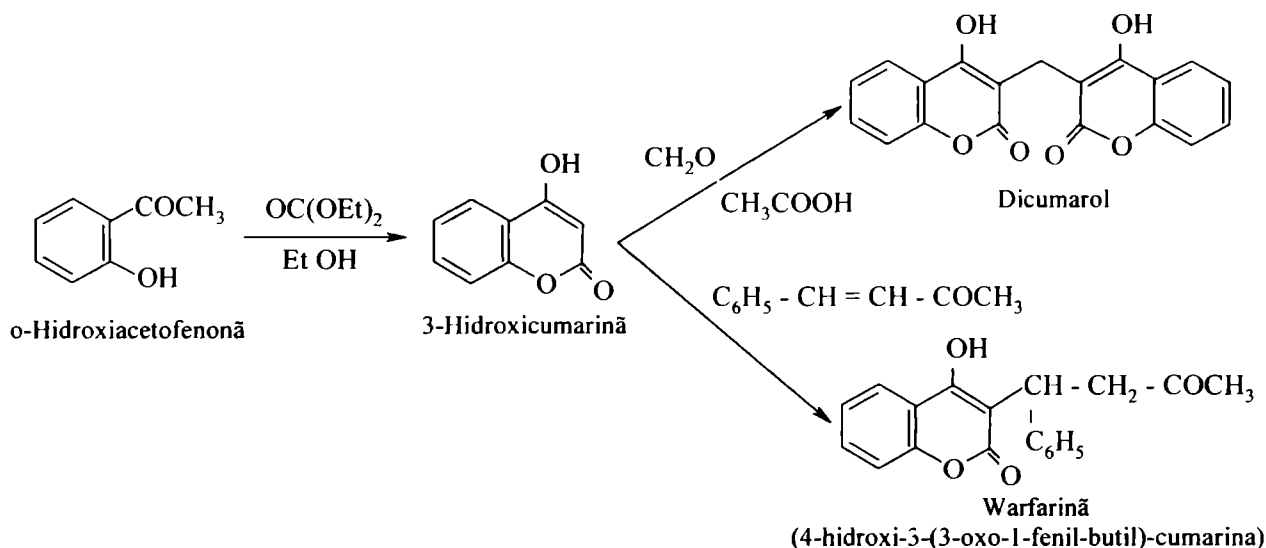


Biosinteza cumarinelor- pleacă cel mai adesea de la fenilalanină, prin intermediul acidului E-cinamic, care suferă pe rând hidroxilarea în poziția orto, izomerizarea și apoi lactonizarea: acidul trans-cinamic se hidroxilează enzimatic în *orto*, conducând la acidul cumaric, a cărei β-D-glucozidă se izomerizează fotocatalitic în forma cis (acid cumarinic).

Glucoza se desprinde enzimatic în timpul uscării plantei rezultând acidul o- hidroxi-cis-cinamic, care ciclizează spontan la cumarină:



Una din căile de obținere a dicumarolului și a warfarinei pornește de la acetofenonă:



Din umbeliferonă se formează cumarinele polihidroxilate prin hidroxilare, sau furano- și piranocumarinele printr-o serie de reacții în care sunt implicați atomii C₆ sau C₈ ai ciclului benzenic și dimetilalilpirofosfatul, ca donor de grupe prenil.

Biosinteza 5,6-piranocumarinelor are ca precursori derivați ai cumarinei hidroxilați la C₄.

Proprietăți fizice

Cumarinele sunt substanțe solide, cristalizate, cu miros caracteristic aromat, de fân. Pot sublima.

Deși ca atare cumarinele nu sunt fluorescente, fenolii din seria cinamică ce se formează dacă se desface legătura lactonică, prezintă fluorescență albastră, verzuie sau violetă, mai intensă după alcalinizare.

Solubilitatea cumarinelor depinde de structura lor: formele heterozidice sunt solubile în apă și solvenți polari (alcool, acetonă), în timp ce formele neheterozidice (furano- și piranocumarine), precum și cumarinele cu substituenți fenil sau terpenil, nehidroxilate, sunt solubile în solvenți nepolari (eter, cloroform, diclorețan).

Compușii cumarinici prezintă spectre caracteristice în UV și IR, benzile caracteristice fiind influențate de natura și poziția substituenților cât și de pH.

Proprietăți chimice

În mediu bazic (pH 9-10), legătura lactonică din structura cumarinelor se scindează cu formare de săruri ale fenolacizilor aromatici, solubile în apă și intens fluorescente. Scindarea este reversibilă: prin acidulare la pH 3-4 se refac cumarinele inițiale. Pe această proprietate se bazează separarea/purificarea cumarinelor la pH bazic (de fapt separarea fenolacizilor aromatici).

Cumarinele reacționează cu hidroxilamina; compușii rezultați dau cu FeCl_3 compuși colorați în violet.

De asemenea, cumarinele se pot cupla cu derivații azoici rezultând compuși de culoare roșie.

Prin faptul că se formează compuși divers colorați, ultimile două reacții servesc la identificarea cumarinelor din extractele vegetale (hidro)alcoolice pentru glicozide și eterice, cloroformice, bazice pentru formele neherozidice.

Acțiuni terapeutice și întrebuințări

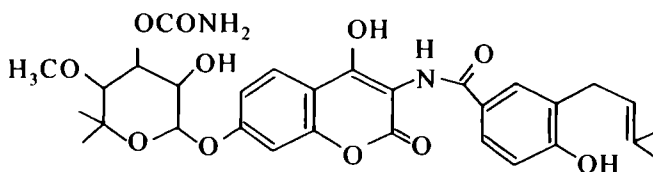
Acțiunile terapeutice ale cumarinelor sunt multiple: unele au acțiune venotonă și vasoprotectoare (aesculozida), altele diminuează permeabilitatea capilară și cresc debitul limfatic și venos, în timp ce altele sunt diuretice, coleretice, fotosensibilizatoare (psoralen, bergapten) sau ecranante împotriva radiațiilor solare (cumarina).

Pentru acțiunea vasoprotectoare, se pot folosi aesculozida, aesculetolul sau derivatul său de sinteză 4-metilaesculetolul (medicamentul „Esculină”).

Sunt și cumarine cu acțiune antispastică (visnagina), analgezică și antiinflamatoare (dafnoretina), antihelmitică.

Fructele de *Ammi visnaga* servesc la prepararea de extracte totale și în special la extragerea chelinei, principalul compus activ. Chelina are acțiune spasmolitică asupra mușchilor netezi mai ales ai tractului urogenital și digestiv și acțiune vasodilatatoare pentru vasele coronariene. Piranocumarinele din aceste fructe sunt vasodilatatoare coronariene mai puternice decât chelina. Produsul „Visnadina” este de trei ori mai puternic antispastic față de papaverină și acțiunea sa se datorează piranocumarinelor ce se găsesc alături de furanocumarine în fructele plantei.

Cumarinele cu acțiune antibacteriană sunt utilizate în tratamentul septicemiilor, pneumoniilor, furunculozelor, osteomielitei etc. Din această categorie de cumarine face parte novobiocina, cu următoarea structură chimică:



Mai nou s-a constatat că unele cumarine precum licoarilcumarina inhibă formarea celulelor gigant rezultate în urma infectării cu HIV a culturilor de celule.

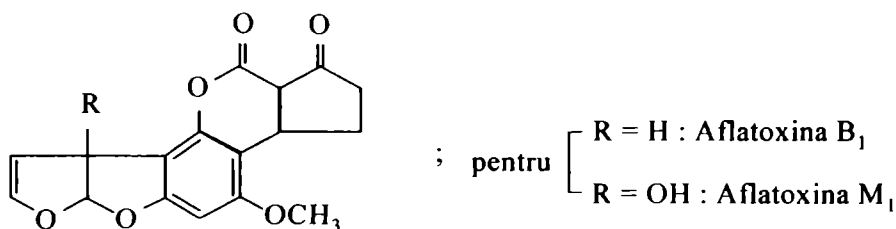
Furanocumarinele sunt responsabile de fototoxicitatea unor produse vegetale care le conțin. Cea mai mare fototoxicitate o determină 6,7-furanocumarinele (psoralen), la derivații 5- și 8-metilați și metoxilați și cei cu radical alchil mic.

Astfel, prin contactul cu plante precum cele din genul *Angelica* și expunerea la soare, apar dermite acute însoțite de bule și vezicule, mai intense într-un mediu umed. Totodată, preparatele de

parfumerie, dermatologice și cosmetice care conțin uleiuri volatile cu derivați cumarinici pot induce astfel de dermite (nu este indicată folosirea parfumurilor sau a cremelor cosmetice altele decât cele specifice atunci când stăm la soare o perioadă mai mare de timp).

Capacitatea de ecranare față de radiațiile UV a unor cumarine se datorează creșterii de 5-10 ori a concentrației de acid urocainic eliminat prin transpirație și prin formarea de melanozomi protectori. Cumarinele simple polihidroxilate și metoxilate absorb majoritatea radiațiilor cu lungimi de undă între 290-320 nm, adică radiațiile nocive.

Trebuie menționate aici și aflatoxinele cancerigene elaborate de unele specii de ciuperci (*Aspergillus*), cu structură izofuranocumarinică; acestea se dezvoltă pe produse vegetale păstrate în condiții improprii.



Produsele vegetale cu principii active cumarinice sunt indicate în tratamentul trombozelor venoase (produsul farmaceutic „Trombostop”) și pulmonare, infarctului miocardic, bolilor cerebrale, emboliilor, în tratamentul fotochimioterapeutic al psoriazisului și leucodermitelor (vitiligo), dar și la confecționarea ecranelor anti-UV (în industria optică, de exemplu) sau la obținerea unor preparate pentru bronzat.

Dicumarolul este cunoscut ca având acțiune trombolitică (anticoagulantă), prin blocarea vitaminelor K ce controlează coagularea sângelui prin intermediul protrombinei, iar cumestrolul are acțiune estrogenă.

Proprietatea anticoagulantă a dicumarolului este utilizată la prepararea produselor farmaceutice administrate în cazul hemoragiilor, de exemplu „*Dicoumarolum*”. De asemenea, el este utilizat ca rodenticid*, ca și warfarina, care este de 50 de ori mai toxică decât dicumarolul.

Frunzele de frasin, pe lângă acțiunea diuretică și laxativă au și acțiune analgezică și antiinflamatoare, fiind folosite în tratamentul gutei, artritei, artrozelor, reumatismului; intră în formula ceaiului antireumatic și a pulberii laxativ-purgative.

Întrucât în compoziția părților aeriene ale țintaurei intră și principii amare și alcaloizi, această plantă are acțiune tonic amară și laxativă ușoară, antiinflamatoare și antipiretică, antibacteriană, sedativă SNC (prin gentianină).

*rodenticid = o substanță chimică utilizată pentru a distruge, a controla sau a împiedica dezvoltarea rozătoarelor (șoareci, șobolani etc)

Părțile aeriene ale speciei *Asperula odorata* L. sin. *Galium odoratum* (L.) Scop.- vinarița erau folosite în trecut pentru aromatizarea vinului. Se mai utilizează la tratarea tulburărilor minore digestive și ale somnului (sub formă de infuzii), sau intră în compoziția produselor farmaceutice folosite în cazul varicelor și tromboflebitelor.

Asupra peștilor, cumarina și hidroxi-cumarinele au o acțiune narcotică și toxică.

2.3.1.4. Heterozide de tip C₆-C₃-C₆ (flavonoide)

Aceste heterozide sunt benzo- α -pirone substituie în ciclul benzenic și respectiv piranic, cunoscute și sub denumirea de flavonoide. Se cunosc aproximativ 3.000 de flavonoide, dintre care cca. 500 în stare liberă.

Flavonoidele sunt larg răspândite în lumea vie: se găsesc în plante (superioare), insecte, fluturi și foarte rar în bacterii și alge; au rol de pigmenți sau copigmenți incolori.

La plante sunt localizați predominant în flori, fructe și chiar frunze, dar au fost puși în evidență și în lemn sau rădăcini. Distribuția și localizarea flavonozidelor depinde de accesibilitatea organului plantei la lumină; lumina accelerează formarea flavonoidelor în special în formă oxidată.

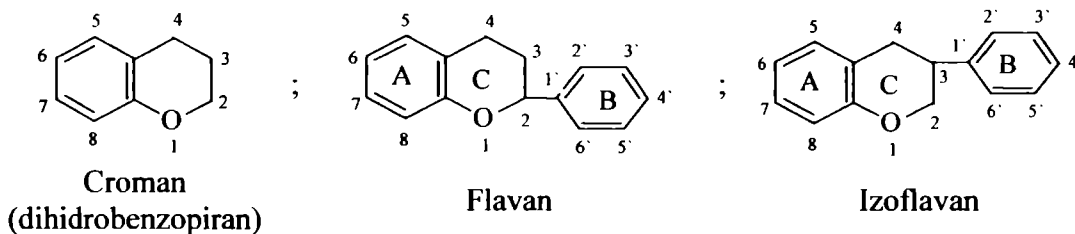
La insecte provin din polenul sau nectarul florilor cu care acestea vin în contact.

Agliconii se găsesc cu precădere în țesuturile lignificate ale plantelor, în timp ce heterozidele lor sunt dizolvate în sucul celular.

Se numesc **pigmenți vegetali** datorită faptului că imprimă culoarea organelor în care sunt localizate: galbenă (flavonolii, flavonele, chalconele), violetă până la albastră (antocianii), brun-cafenie (taninurile). Rol de copigmenți au flavanonele și flavanonolii incolori.

Structură chimică și clasificare

În principal, flavonoidele sunt derivați ai flavanului (2-fenil-benzo- γ -piran) și izoflavanului (3-fenil-benzo- γ -piran).



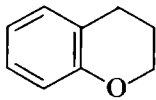
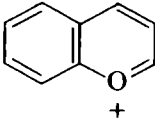
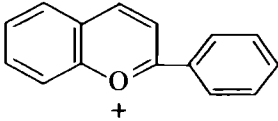
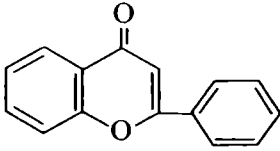
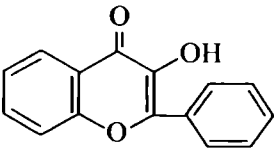
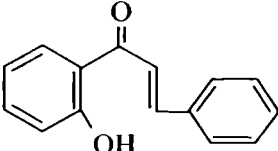
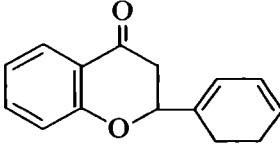
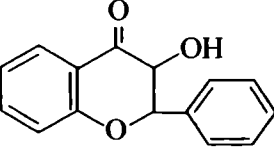
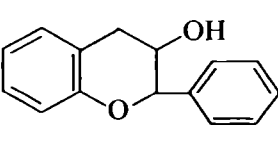
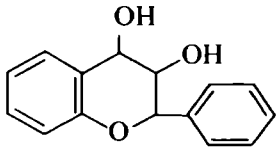
În funcție de gradul de oxidare a nucleului, de gradul de saturare a nucleului piranic (segmentul C₃), de poziția de legare a radicalului fenilic, se cunosc mai multe clase de compuși:

- flavonozide: flavone și derivații acestora (flavonoli, flavonone, flavanonoli);
- izoflavone- derivați ai 3-fenilbenzo- γ -pironei (3-fenilcromanonei);
- chalcone, la care ciclul piranic central notat „C” este deschis;

- antocianozide- derivați ai sărurilor de flaviliu;
- taninurile catechice, catecholi sau flavan-3-oli;
- proantocianidoli sau flavan-3,4-dioli.

Principalele structuri chimice ale flavonoidelor sunt prezentate în tabelul 2.4.

Tabelul 2.4. Principalele structuri chimice ale flavonoidelor și denumirile lor

Structură			
Denumire	Croman (dihidrobenzopirani)	Sare de benzopiriliu	Sare de flaviliu (de fenilbenzopiriliu)
Structură			
Denumire	Flavonă	Flavonol (flavon-3-ol)	Chalconă
Structură			
Denumire	Flavanonă	Flavanonol (flavanon-3-ol)	Catecholi (flavan-3-ol)
Structură			
Denumire			Proantocianidol (flavan-3,4-diol)

Cele mai răspândite sunt flavonozidele, antocianozidele și catecholi.

Flavonoidele glicozidate sunt atât O-heterozide, cât și C-heterozide (pozițiile C₆ și C₈ fiind foarte reactive); se întâlnesc și heterozide flavonoidice mixte, precum C-glicozil+O-glicozilflavone.

2.3.1.4.1. Flavonozide

Flavonozidele (lat. *flavius* = galben) sunt acele flavonoide care imprimă colorația galbenă florilor, fructelor, uneori și frunzelor plantelor.

În natură se găsesc libere, ca aglicon, sau glicozidate.

Structură chimică și clasificare

Partea neglucidică a acestor compuși este reprezentată de nucleul 2-fenilcromanic, substituit

cu $-\text{OH}$, $-\text{OCH}_3$, dimetilalil la C_5 și C_7 pe nucleul A și cu grupe $-\text{OH}$ la C_4' , C_3' și/sau C_5' pe nucleul B.

În funcție de gradul de oxidare a segmentului C_3 și de substituției de la C_3 se deosebesc: flavone (cu dublă legătură C_2-C_3), flavonoli sau 3-hidroxi-flavone, flavanone (cu simplă legătură C_2-C_3) și flavanonoli (derivați C_3 -hidroxilați ai flavanonelor).

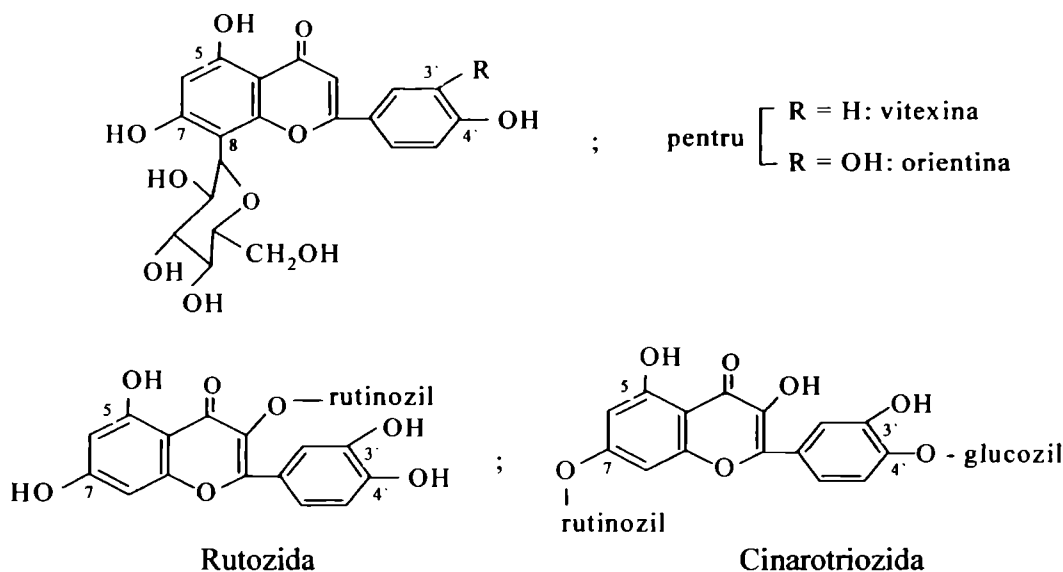
Dintre **reprezentanții importanți** ai flavonelor enumerăm: crisolul, apigenolul, luteolul sau luteolina, kaempferolul, quercetolul sau quercetina, hesperetolul sau hesperetina etc.

În tabelul 2.5. sunt date exemple de astfel de compuși și structurile lor.

Gliconul poate fi o oză (glucoză, galactoză), o diglucidă (rutinoza) sau mai multe oze și mai rar acizi uronici.

Partea glucidică este de cele mai multe ori legată O-glicozidic la una sau mai multe grupe $-\text{OH}$, cu preferință din pozițiile C_3 , C_7 și C_4' . Se întâlnesc însă și C-heterozide, la care oza se leagă prin carbonul anomic al glucidei la C_6 sau C_8 din nucleul A al agliconului. Acestea pot fi mono- sau di-C-glucozil flavone, acil-C-glucozil flavone sau pot fi glicozide mixte de tipul C-glucozil + O-glucozil flavone.

Dintre glicozidele flavonice enumerăm: apigenol-5-C-glucozida (vitexina), apigenol-8-C-glucozida (izovitexina), luteol-8-C-glucozida (orientina), 7-O-izovitexina (saponarina), rutozida, cinarotriozida etc. Structurile acestor compuși sunt:



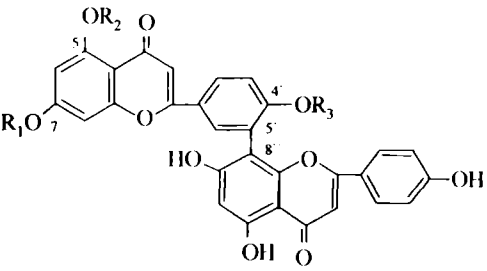
Alte structuri

Biflavonoide- sunt dimeri ai flavonozidelor în care monomerii se pot lega prin atomii de carbon 6 și 8, aceste poziții fiind foarte reactive. Flavonozidele pot fi identice sau diferite, iar grupele $-\text{OH}$ pot fi libere sau metilate. Exemple de biflavonoide sunt prezentate în tabelul 2.6.

Tabelul 2.5. Reprezentanți ai flavonozidelor

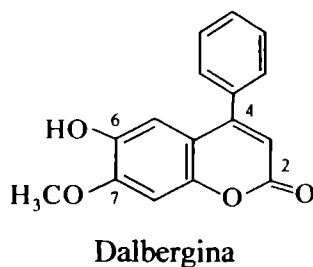
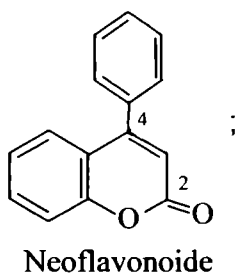
Compus	Structură	Reprezentanți		
		$R_1 = R_2 = R_3 = H$	$R_1 = R_2 = H,$ $R_3 = -OH$	$R_1 = R_2 = -OH,$ $R_3 = H$
Flavone		Crisol (5,7-dihidroxi flavonă)	Apigenol (5,7,4'-trihidroxi flavonă)	Luteol (5,7,3',4'- tetrahidroxi-flavonă)
Flavonoli		$R_1 = R_3 = H,$ $R_2 = -OH$ Kaempferol (3,5,7,4'- tetrahidroxi-flavonă)	$R_1 = R_2 = -OH,$ $R_3 = H$ Quercetol (3,5,7,3',4'- pentahidroxiflavonă)	$R_1 = R_2 = R_3 = -OH$ Miricetol (3,5,7,3',4',5'- hexahidroxiflavonă)
Flavanone		$R = R_1 = H,$ $R_2 = -OH$ Liquiritigenol (7,4'-dihidroxi-2,3- dihidroflavanonă)	$R = R_1 = -OH,$ $R_2 = -OCH_3$ Hesperetol (5,7,3'-trihidroxi- 4'-metoxi-2,3- dihidroflavanonă)	
Flavanonoli		$R = H$ Dihidrokaempferol (3,5,7,4'- tetrahidroxi- 2,3- dihidroflavanonă)	$R = -OH$ Taxifolol (3,5,7,3',4'- pentahidroxii- 2,3- dihidroflavanonă)	
				$R_1 = -OH, R_3 = H,$ $R_2 = -OCH_3$ Diosmetol (5,7,3'-trihidroxi- 4-metoxiflavonă)

Tabelul 2.6. Câțiva reprezentanți ai biflavonoidelor.

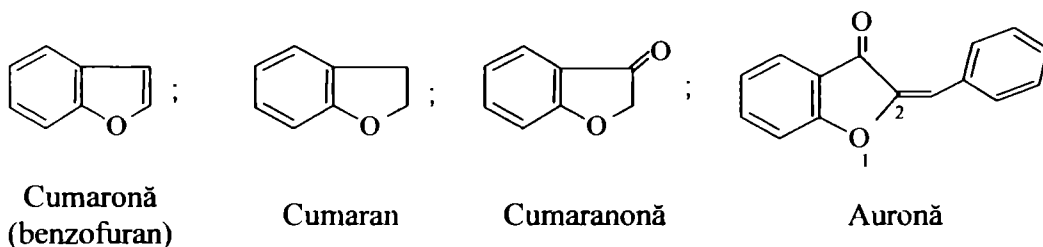
Structură	Reprezentanți			
	$R_1 = R_3 = H,$ $R_2 = H$	$R_1 = R_3 = CH_3,$ $R_2 = H$	$R_1 = R_2 = H,$ $R_3 = CH_3$	$R_1 = H,$ $R_2 = R_3 = CH_3$
	Ameto- flavona	Ginkgetol	Bilobetol	5-Metil- bilobetol

Asemenea compuși au fost izolați din *Ginkgo biloba*, arborele pagodă.

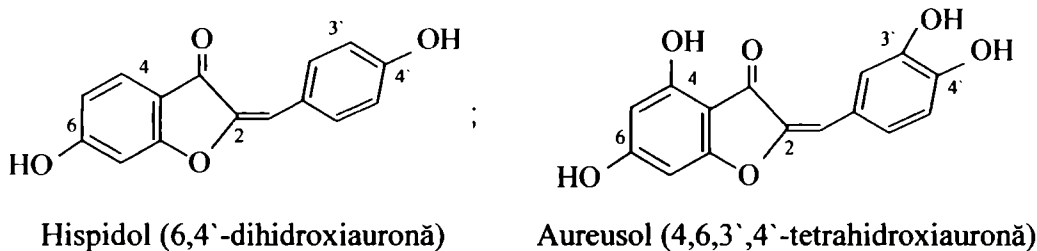
Neoflavonoide- au radicalul fenil la C₄ și cetona în poziția 2, fiind de fapt 4-fenilcumarine; de exemplu dalbergina, izolată din specii aparținând genului *Dalbergia* (rosul, Honduran rosewood).



Aurone- sunt derivați ai 2-benziliden cumaranonei, substituiți în nucleele fenilice cu grupe – OH; ele imprimă culoare galbenă organelor vegetale în care sunt prezente (flori, fructe), ca și flavonele.



Hispidolul (din *Glycina maxima* L.) și aureosolul sau aureusidina (din plante precum *Linaria* sp., *Oxalis* sp.) sunt doar două exemple de aurone, având următoarele structuri:



Auronele sunt structural corelate cu flavonele și calchonele (există o legătură biogenetică între ele). De altfel, se găsesc împreună în plante, unde servesc ca pigmenți vegetali.

Proprietăți fizice

Flavonele și derivații acestora sunt substanțe solide, cristalizate, incolore (flavanonele și flavanonolii) sau colorate, de obicei în nuanțe de galben (flavonele, flavonolii, chalconele și auronele).

Agliconii sunt solubili în anumiți solvenți polari (alcool, acetat de etil) și în soluții alcaline (datorită grupelor –OH fenolice) și insolubile în apă.

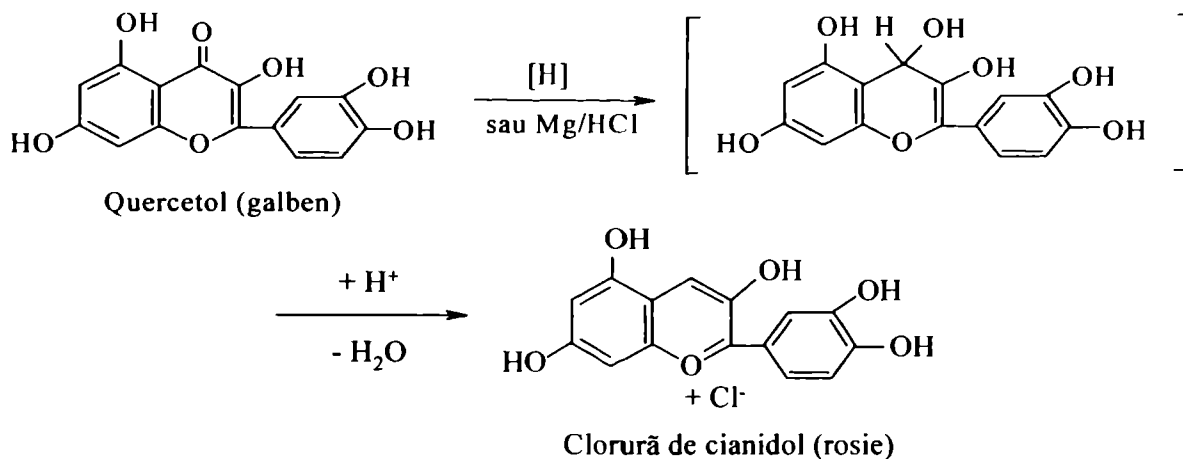
Heterozidele lor sunt, de asemenea solubile în solvenți polari și sunt insolubile în solvenți nepolari.

Proprietăți chimice

Flavonoidele glicozidate nu se scindează hidrolitic în prezența enzimelor, ci doar în mediu acid. Comportarea la hidroliză depinde de structura lor: în timp ce O-heterozidele hidrolizează ușor, C-heterozidele hidrolizează mai greu, necesitând concentrații mai mari de acid, presiune ridicată, prezența catalizatorilor și un timp de reacție mai mare.

O altă reacție caracteristică a flavonoidelor este reducerea grupei cetonice din poziția 4, cu formare de antocianidoli.

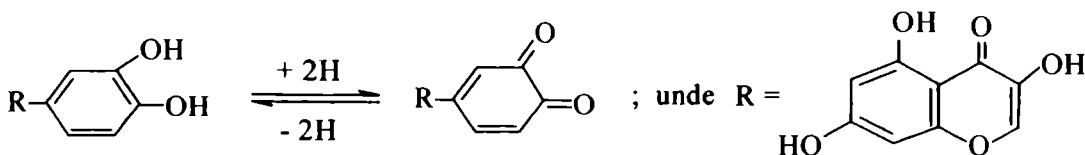
Această reducere este cunoscută sub denumirea de reacția cianidolului sau Shibata și are loc cu modificarea culorii. De exemplu, quercetolul galben se reduce la cianidol (clorură de cianidol), de culoare roșie în mediu acid și albastră în mediu bazic.



Culoarea galbenă a flavonelor se intensifică în mediu alcalin, datorită transformării grupelor –OH fenolice din nucleeele A și B în fenoxizi.

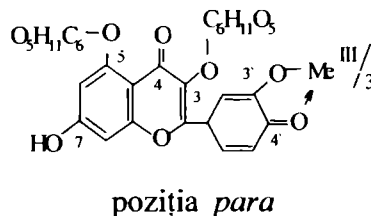
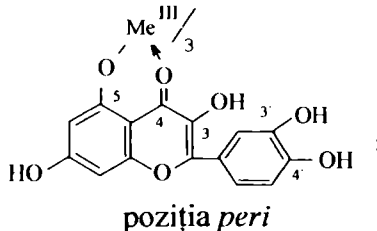
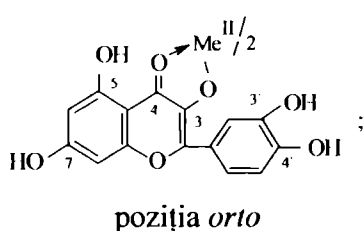
În mediu acid (HCl sau H₂SO₄ conc.) flavonele dau săruri de oxoniu, galbene.

Tot datorită grupelor –OH fenolice, flavonele au caracter reducător, astfel că pot da reacția Fehling, Tollens, Folin-Ciocalteu pozitive.



Sistemul fenol $\rightleftharpoons$ chinonă funcționează în sinergism cu sistemul oxido-reducător acid ascorbic $\rightleftharpoons$ acid dehidroascorbic.

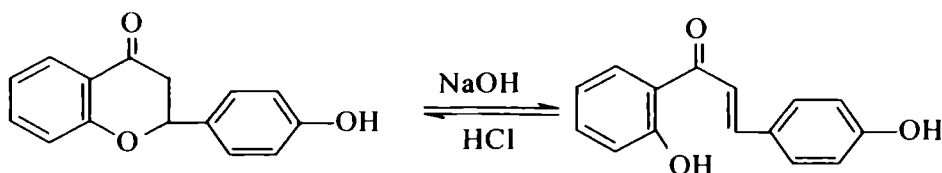
Una din proprietățile importante ale acestor compuși este formarea de chelați cu metale bivalente (Zn, Mg) și trivalente (Al, Cr, Sb), în urma căreia se intensifică culoarea galbenă (rezultă coloranți de mordant). Complecșii chelatici se formează prin grupele –OH din vecinătatea grupei ceto din poziția 4: fie –OH de la C₃ (poziția orto), fie prin cel din poziția 5 (poziția peri):



În mediu alcalin se pot forma complecși și între două grupe –OH vicinale de pe nucleul B- poziția para, în situația în care grupele –OH de la C₃ și C₅ sunt blocate.

Dubla legătură C₂-C₃ poate fi hidrogenată, ceea ce duce la dispariția culorii, prin întreruperea conjugării. De exemplu, prin hidrogenarea flavonelor la segmentul C₂ – C₃ se obțin flavanone, din flavonoli- flavanonoli etc.

Izomerizarea flavanononelor în chalcone are loc în mediu slab alcalin și se observă prin modificarea culorii (la cald) de la incolor sau galben-slab la galben-intens sau roșu.



Flavonoidele sunt sensibile la acțiunea luminii, fotostabilitatea corelându-se cu absența grupelor –OH de la C₃ sau cu glicozidarea lor.

Surse vegetale

Flavonozidele și în particular flavonoidele larg răspândite în special în plantele cu flori, sunt pigmenți vegetali și se găsesc în flori, fructe, frunze, dar și în alte organe.

Câteva exemple de plante din care au fost izolați și identificați (și dozați) astfel de compuși sunt:

- pericarpul* și pulpa fructelor de *Citrus* sp., (citricele) bogate în citroflavone. Acestea sunt amestecuri de heterozide flavonice (rutozidă, diosmetozidă sau 7-rutozil-diosmetol) și heterozide flavanonice (hesperozida sau hesperetol glicozidat la –OH din poziția 7 cu rutinoză) și imprimă fructelor nuanțele de galben și portocaliu. Culoarea este influențată și de variația cantitativă a principiilor active: flavone, flavanone, alături de ulei volatil

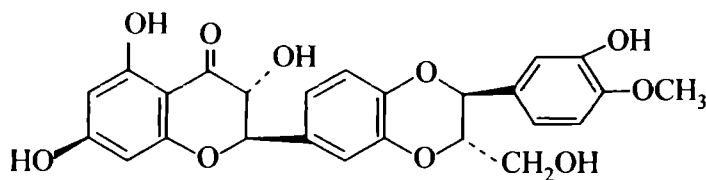
*Pericarpul este format dintr-o parte internă albă (albedo) și o parte externă (flavedo) colorată.

(0,5 – 2% în pericarpul de portocală și ajunge la 16 % în cel de lămâie), principii amare, carotenoide, cumarine și furanocumarine (bergaptol), acizi organici (acid citric, ascorbic) ș.a. Compoziția chimică a pericarpului diferă de la o specie la alta, în funcție de zonă, condiții pedoclimatice etc. Citricele constituie una din materiile prime pentru obținerea industrială de flavone.

- inflorescențele însoțite de frunzele de la baza lor și fructele mature uscate de la speciile *Crataegus monogyna* (Jacq.) Lindmann și *C. oxycantha* L. sin. *C. oxycanthoides* Thuill. sin. *C. laevigata* (Poiret) D.C., păducel, gherghinar sau mărăcine. Florile conțin 1-2% flavonozide (exprimate în hiperozidă), dintre care: O-heterozide ale quercetolului (rutozida, hiperozida) și kaempferolului, C-heterozide ale apigenolului (vitexina, izovitexina) etc. Alături de flavonozide se găsesc proantocianidoli (2-3%), taninuri catechice (acid ursolic, crategolic), acizi fenolici (cafeic și clorogenic), vitaminele C și B₁ ș.a.
- frunzele și mugurii foliari ai speciei *Ginkgo biloba* L., arborele-pagodă - conțin flavonozide reprezentate de 3-glicozide și esterii p-cumarici ai glucoramnozidei quercetolului, kaempferolului, biflavonoide, lactone sesquiterpenice, steroli, alcooli, derivați polilactonici (denumiți ginkgolide) etc.

Atât din păducel cât și din frunzele de *Ginkgo biloba* se obțin extracte standardizate folosite în industria de medicamente.

- rutozida a fost extrasă cu alcool din bobocii floralii ai arborelui *Sophora japonica* (salcâm japonez), unde se găsește în cantitate destul de mare (15-20%), aceștia constituind o materie primă de extracție a rutozidei. Au mai fost extrase: soforaflavonozida (un derivat al kaempferolului), izoflavone (genistein 4'-glucozida) și mulți alți compuși din alte clase.
- un exemplu interesant de flavonoidă îl constituie silimarina, extrasă din fructele plantei medicinale *Silybum marianum* (L.) Gaertn. (armurariu), cu structură flavononol-lignanică:



Silibină

Silimarina este de fapt un amestec de: silibină (constituentul major), silidianină, silicristină, 3-desoxiisilibină și 3-desoxisilidianină (siliandrina), alături de care se mai găsesc lipide, proteine, zaharuri.

Rol fiziologic

Rolul fiziologic al flavonozidelor decurge din structura și proprietățile lor fizico-chimice: sistem de duble legături, grupe –OH fenolice oxidabile. Flavonozidele intervin în respirația celulară

a plantelor, protejează țesuturile vegetale de efectele nocive ale radiațiilor UV, sub formă de complecși chelați cu microelementele din plante joacă rol de coenzime.

Acțiuni terapeutice și întrebuințări

Cea mai importantă proprietate care este atribuită flavonozidelor este aceea de vitamine P (factori de permeabilitate, factori P): prin legarea de proteinele intracelulare acești compuși micșorează permeabilitatea capilarelor sanguine, mărimdu-le astfel rezistența.

Trebuie subliniat aici faptul că în prezent, vitamine P sunt considerate o serie întreagă de compuși ce se încadrează în clasele flavonozidelor, antocianozidelor, proantocianilor.

Rolul de vitamină P al flavonelor a fost demonstrat prin administrarea bolnavilor de scorbut a sucului de citrice și respectiv a vitaminei C ca atare. S-a constatat că manifestările scorbutice au dispărut în primul caz, dovedind astfel că singură vitamina C nu-și poate manifesta complet acțiunea vitaminică în absența bioflavonidelor, pe care la protejează împotriva oxidării. Flavonele (dintre care se remarcă rutozida) acționează sinergic cu vitamina C.

De altfel o serie de produse farmaceutice apărute recent pe piață au în compoziție pe lângă vitamina C și bioflavonoide extrase din citrice (hesperidină, rutină) sau extract din semințe de struguri, care conțin antioxidanți puternici, cu multe alte beneficii asupra sănătății.

Cercetări recente (2004-2005) au evidențiat o dată în plus faptul că bioflavonoidele au proprietăți antivirale, antialergice, antiinflamatorii, antibacteriene, antivirale, antifungice.

Flavonozidele sunt antioxidanți sau captatori ai radicalilor liberi formați în stări patologice ca anoxie (lipsă de oxigen în țesuturi), inflamații și autooxidare lipidică, când sunt eliberați radicali superoxid, respectiv hidroxid și alcoxil lipofili.

Prin studii efectuate *in vitro* s-a demonstrat că flavonoidele îndeplinesc adesea rol de inhibitori enzimatici (inhibă elastaza, collagenaza, hialuronidaza, catechol-O-metiltransferaza, lipoxigenaza ș.a.) și mai rar de activatori enzimatici (asupra prolin-hidroxilazei).

Se pot folosi în tratarea tulburărilor de fragilitate capilară la nivelul pielii, în flebologie ca vasoprotectoare și venotonice (mai ales prin biflavonoide), în tratarea simptomelor care însoțesc insuficiența venolimfatică), crampe, gambe grele.

De asemenea ele sunt hepatoprotectoare. De exemplu, flavanonol-lignanii se întrebuințează în afecțiuni hepatice degenerative sau ca hepatoprotectoare, în cazul administrării medicamentelor potențial hepatotoxice. Fructele de armurariu au acțiune antihepatotoxice și hepatoregeneratoare (prin silimarină), inhibă peroxidarea lipidelor, având un efect stabilizator de membrană și fiind folosită în hepatite, ciroză și insuficiență hepatică. De asemenea, se asociază preventiv cu medicamente ce prezintă un potențial hepatotoxic. Se folosesc extractele uscate, tincturi. Intră în compoziția unor medicamente precum „Silimarina”. Efecte asemănătoare are și planta *Carduus*

nutans L (ciulin, scaiete).

Pe scară industrială, bobocii florali ai salcâmului japonez sau părțile aeriene înflorite ale plantei *Fagopyrum aesculentum* Moench (sin. *F. Sagittatum* Gilib.), hrișca, constituie materii prime de obținere a rutozidei. Aceasta se folosește singură sau asociată cu aesculozida, vitamina C sau cu citroflavone. Intră în compoziția produsului „Venoruton”.

Din frunzele de *Ginkgo biloba* se obține extractul standardizat în flavonoide (24%) și ginkgolide (6%) folosit la prepararea produselor farmaceutice de mare interes recomandate pentru îmbunătățirea memoriei, în hipoacuzii, vertij, insuficiență renală periferică, tulburări ale microcirculației (sindrom Raynaud), fragilitate vasculară etc. („Tanakan”, „Bilobil”, produsul românesc „Flavotan”).

În tratamentul sclerozei cardiace și în cardiopatie ischemică se recomandă cura cu preparate de păducel sub diferite forme (pulbere, extract fluid ș.a.). Având și efect sedativ, intră în compoziția unor preparate farmaceutice precum „Extraveralul” administrat în cazuri de excitație nervoasă, împreună cu extract de valeriană și fenobarbital.

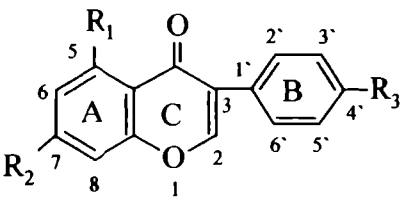
Având capacitatea de formare a chelaților, sunt folosiți în chimia analitică ca reactivi de chelatare.

Se mai folosesc ca și coloranți naturali.

Flavonoidele nu sunt toxice, mutante sau cancerigene, fiind recomandate în alimentație.

Izoflavonoidele sunt glicozide ale izoflavanului, la care agliconul este 3-fenil-benzo- γ -piranul (izomer al flavanului) ca atare sau substituit în special cu grupe –OH și –OCH₃, de preferință în pozițiile 5 și 7 ale ciclului A și în poziția 4' din ciclul benzenic B (tabelul 2.7)*.

Tabelul 2.7. Câțiva reprezentanți ai izoflavonelor și structurile acestora

Structură	Reprezentanți		
	$R_1 = R_2 = R_3 = H$	$R_1 = R_2 = R_3 = OH$	$R_1 = R_2 = -OH;$ $R_3 = -OCH_3$
	Izoflavonă	Genisteină	Formononetina

Din specii de *Gramineae* și *Leguminoasae* au fost extrase o serie de izoflavone cu activitate estrogenă, capabilă să producă asupra animalelor care le consumă dereglări ale funcției de .

*Pe lângă izoflavonele propriu-zise, în natură există și

- ptecarpani (sau fitoalexine), produși de ciclizare a izoflavonelor între grupa –OH din C6' și grupa ceto de la C4
- rotenoide, izoflavone rezultate în urma ciclizării 2-metoxi-ozoflavonelor, ce prezintă la nivelul segmentului C7 - C8 un ciclu furanic sau piranic și la C2 un carbon suplimentar.

reproducere. De exemplu, oile care au păscut o perioadă mai mare de timp trifoi (*Trifolium subterraneum* L.) au prezentat o sterilitate accentuată, datorită genisteinei și formononetinei prezente în proporție de cca. 1% în frunzele acestei plante. Activitatea hormonală scade drastic prin metilarea grupelor –OH.

Izoflavonele constituie un mijloc de rezistență față de acțiunea agenților fitopatogeni.

2.3.1.4.2. Antocianozide

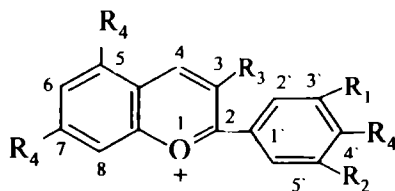
Antocianozidele sau antocianii sunt glicozide ale sărurilor de polihidroxi- și polimetoxi-flaviliu. Sunt coloranți (pigmenți) naturali care determină culoarea frunzelor (80%), fructelor (69%) și florilor (50%), în funcție de pH-ul sucului celular (gr. *anthos* = floare, *kyanos* = albastru). Astfel, ei imprimă organismelor în care se găsesc culoarea roșie, violetă sau albastră.

Alături de clorofile, reprezintă clasa cea mai răspândită de coloranți naturali percepută de ochiul omenesc.

Diferențele între compușii din clasa antocianozidelor se datoresc: numărului de grupe hidroxil, naturii și numărului de oze atașate în poziții diverse, naturii și numărului de acizi aromatici atașați la ozele din moleculă.

Structură și clasificare

Structura generală a antocianozidelor este următoarea:

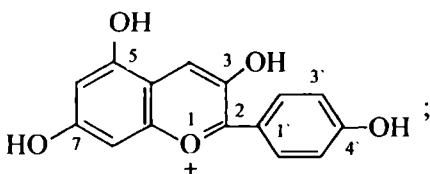


Cation de flaviliu
(2-fenil benzopiriliu)

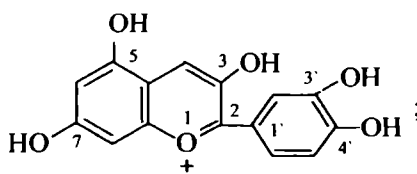
unde $\begin{cases} R_1 \text{ și } R_2 \text{ pot fi H, -OH, -OCH}_3 \\ R_3 \text{ poate fi H, -OG}^* \\ R_4 \text{ poate fi -OH, -OG}^* \end{cases}$
G* = glicon

Agliconul acestor glicozide este reprezentat de antocianidoli (antocianidine), iar partea glucidică este o oză (glucoză, ramnoză, galactoză), diglucide (rutinoză, primveroză) și mai rar trioze.

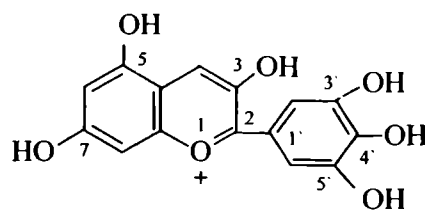
În natură se întâlnesc trei tipuri de antocianidoli, care se deosebesc prin numărul grupelor –OH din restul fenilic din poziția 2:



Pelargonidol
(Pelargonidină, Pg)



Cianidol
(Cianidină, Cy)



Delphinidol
(Delphinidină, Dp)

La acești termeni de bază se adaugă și eterii metilici proveniți din metoxilarea grupelor –OH din 3' și/sau 5': peonidol (3'-O-metilcianidol), petunidolul (3'-O-delfinidol), malvidol (3',5'-O-dimetildelfinidol), mirtilidol (7-O-metildelfinidol).

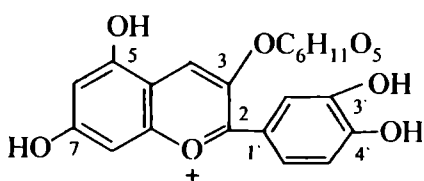
Se cunosc și antocianozide esterificate la una sau mai multe grupe –OH din structura agliconului; acizii ce esterifică grupele –OH pot fi acizi aromatici (cafeic, ferulic, cumaric) sau acizi alifatici dicarboxilici (malonic, malic, oxalic, succinic).

De asemenea, unele antocianozide se pot combina cu pectine, aminoacizi și chiar cu anumiți cationi (Na^+ , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} etc), prezenți în sucii celulari, cu formare de protocianine. Acestea sunt la rândul lor colorate în roșu, violet, albastru-negru.

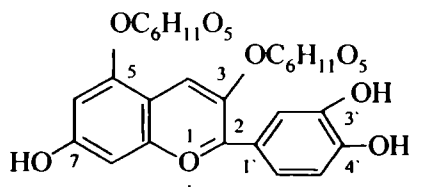
În funcție de numărul și poziția părții glucidice din structură, antocianozidele glicozidate se clasifică în: monoglicozide (glicozidate în poziția 3), diglicozide (în pozițiile 3 și 5 sau 3 și 7), triglicozide (în pozițiile 3, 5 și 3').

Toate aceste posibile structuri au făcut ca numărul antocianilor să depășească cifra de 400, cu doar 17 tipuri de antocianidoli.

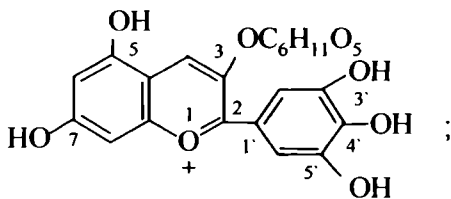
Prezentăm mai jos structura câtorva reprezentanți importanți ai acestor heterozide:



Crantemozida
(3-O- β -glucozil-cianidol)

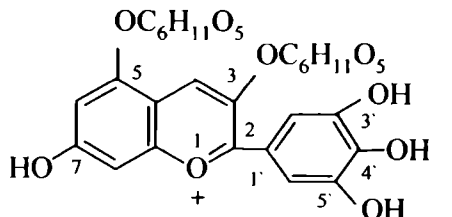


Cianozida
(3,5- β -diglucozil-cianidol)

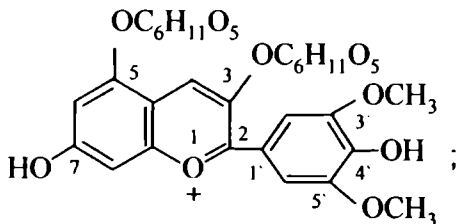


Mirtilozida „a” (3- β -glucozil-delfinidol)

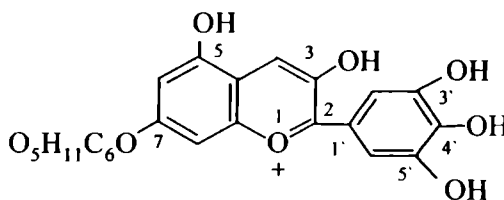
Mirtilozida „b” (3- β -galactozil-delfinidol)



Delfinozida
(3,5-O- β -diglucozil-delfinidol)



Malvozida
(3,5- β -diglucozil-malvidol)



Alteinozida
(7- β -glucozil-mirtilidol)

În natură cele mai răspândite sunt glicozidele celor trei antocianidoli fundamentali (Cy, Dp și Pg), iar dintre glicozide, cianozida este cea mai răspândită antocianină (antocianidol).

Proprietăți fizice

Antocianozidele sunt substanțe solide, cristalizate, colorate în roșu, albastru sau violet. Sunt ușor solubile în apă și solvenți polari.

Antocianidolii sunt substanțe solide, cristalizate, colorate ca și glicozidele lor. Sunt solubili în alcool și în solvenți nepolari (eter). Solubilitatea lor în apă variază cu pH-ul: în timp ce la pH neutru sunt insolubile, la pH acid și bazic sunt solubili.

Antocianidolii au caracter amfoter, deoarece în molecula lor există:

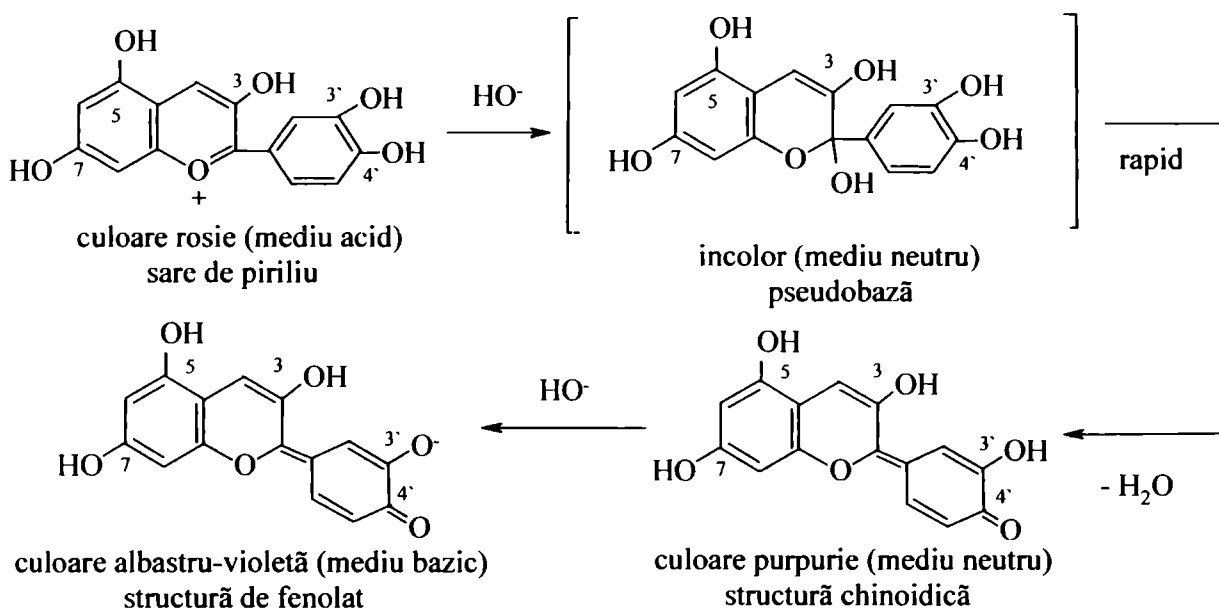
- un atom de oxigen în ciclu, care reprezintă centru de alcalinitate și prin care formează săruri cu acizii (săruri de piriliu).
- grupe -OH fenolice cu caracter acid, care pot duce la formarea de săruri cu bazele (fenoxizi).

Fenoxizii sunt, la rândul lor, colorați în nuanțe de la violet la albastru.

Datorită caracterului lor amfoter, antocianidolii sunt folosiți în chimia analitică ca indicatori acido-bazici.

Modificările de culoare sunt un rezultat al modificărilor structurii chimice și sunt dependente de pH-ul mediului. Experimental, se alcalinizează treptat mediul de reacție (al sucului celular, $\text{pH} \approx 3$) trecând de la mediu acid la mediu bazic și apoi la mediu alcalin și puternic alcalin.

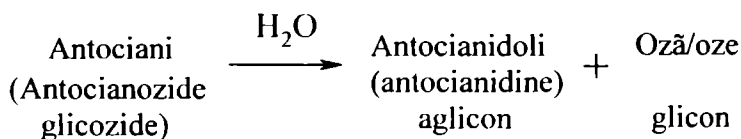
Cianidolul (și heterozidele sale) de exemplu, are culoarea roșie în mediu acid (ca sare de piriliu) și albastră la pH 8 (există ca fenolat). În mediu neutru se formează o pseudobază instabilă incoloră, care trece rapid în structură chinoidică purpurie. La $\text{pH} = 12$ se desface ciclul B cu formare de calchone galbene.



Pe baza acestor modificări și a prezenței alături de antocianozide a altor compuși colorați (flavone și flavonoli galbeni, taninuri brun-roșcate) se explică variația foarte mare a culorilor florilor, fructelor, uneori a frunzelor, precum și a altor organe ale plantelor. De exemplu cianidolul produce o colorație roșie la trandafiri și albastră la florea albăstriței de câmp.

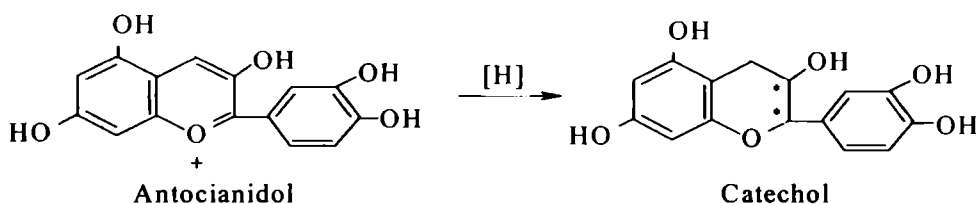
Proprietăți chimice

Hidroliza antocianozidelor are loc în mediu slab acid și la cald, când se formează antocianidoli și se eliberează partea glucidică:

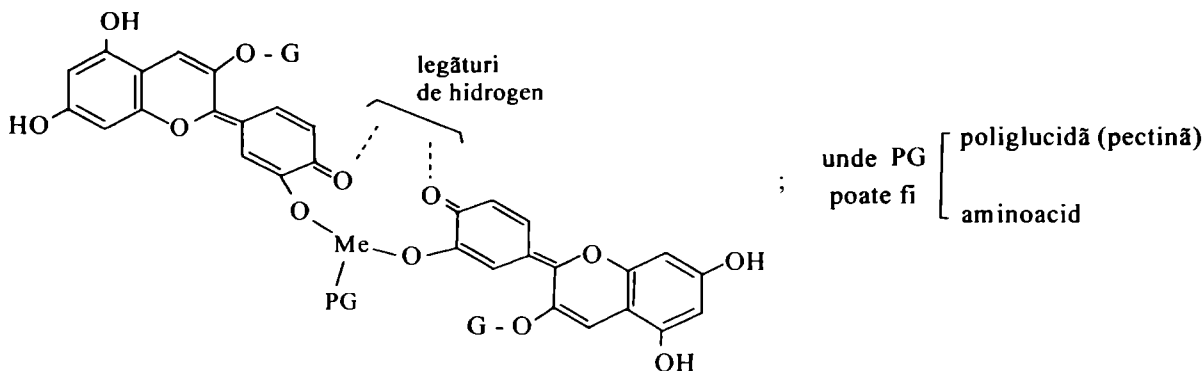


Glicozidele antocianilor care au două grupe –OH vicinale pe nucleul fenilic de la C₂ formează chelați cu ioni ai metalelor bi- și trivalente (Mg²⁺, Al³⁺, Cr³⁺ etc), cu condiția ca una din aceste grupe să fie cu structură chinonică. Complecșii formați au nuanțe albastru-verzui și pe această proprietate se bazează utilizarea lor ca și coloranți de mordant.

Agliconii pot fi reduși cu hidrogen activ (Mg + HCl) la catechine (catecholi):



Cu pectine, aminoacizi și cationi mono-, bi- sau trivalenți, antocianidolii dau combinații de asemenea colorate (albastre în general), denumite protocianine.



Surse vegetale

Antocianozidele se găsesc în multe plante care cresc și în țara noastră, cum sunt: *Centaurea cyanus* L., (albăstrele, floarea grâului), ale cărei flori sunt bogate în heterozide ale cianidolului; *Althaea rosea* Cav. (nalbă de grădină), la care florile conțin un complex antocianic ce dă prin hidroliză delfinidol, malvidol; specii aparținând genului *Viola* (trei frați pătați), precum și în fructele speciilor de *Vaccinium myrtillus* L. (afin) și *Ribes nigrum* L. (coacăz negru).

În afinele mature și uscate după recoltare, antocianozidele se găsesc în proporție de 3 – 7,5% reprezentate de heterozide la care –OH din poziția 3 a agliconului formează legături glicozidice cu glucoza, galactoza sau arabinoza, cum ar fi: mirtilozida A și mirtilozida B. Se mai găsesc: procianidoli, flavone (și în frunze), taninuri catechice (catechol), oze, acizi organici.

În coacăzele negre mature și uscate proporția antocianozidelor variază între 3 și 5%

reprezentate de 3-rutinozidele și 3-glucozidele cianidolului și delfinidolului, prodelphinidoli, dimeri și trimeri, alături de flavone, glucide (10 – 15%), taninuri (3 – 5%), pectine etc.

Acțiuni terapeutice și întrebuințări

Ca și flavonozidele și proantocianidolii, antocianozidele sunt factori P: cresc rezistența capilarelor prin micșorarea permeabilității membranare. Prin aceasta, sunt folosite în tulburări induse de insuficiență venoasă și de fragilitate capilară (varice, hemoroizi, sechele după flebită, gingivoragii).

Posedă acțiune antitoxică prin scăderea permeabilității barierei hematoencefalice pentru substanțele toxice.

Prin faptul că măresc sinteza chemoreceptorului pentru bastonașele retiniene (denumit rodopsină), care ușurează adaptarea la vederea crepusculară, acești compuși îmbunătățesc acuitatea vizuală.

Având structură fenolică, antocianozidele acționează ca antioxidanți și captatori de radicali liberi.

Prin cercetări efectuate cu antocianozide extrase din fructele de afin s-a demonstrat că antocianozidele stimulează sintezele locale de prostaglandine.

Alte acțiuni terapeutice ale glicozidelor antocianidolilor sunt: antiinflamatoare, diuretică (însoțită de eliminare în proporție mai mare de acid uric), antimicrobiană și antibacteriană, antitumorală ș.a.

Se utilizează și în retinopatia diabetică, ateroscleroză, hipertensiune arterială.

Extractul total antocianozidic din coacăzele negre se regăsește în produse farmaceutice precum: „Rubifer” sirop, „Stomagingiv”, „Laringosan” ș.a., iar cel din afine – în produse ca: „Difebiom”, „Mirtilene” etc.

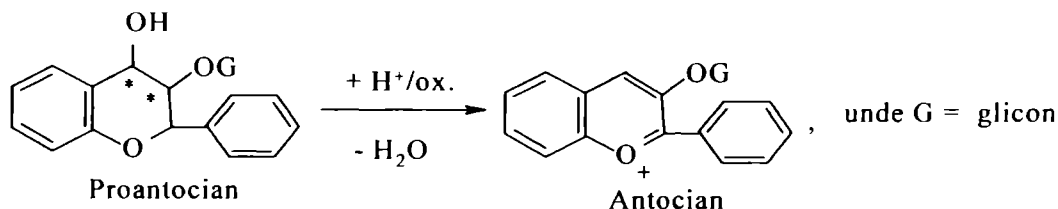
De asemenea, fructele uscate de afine sau coacăze se găsesc singure sau asociate cu alte plante sau fructe în ceaiuri (aromate, depurative, diuretice). Vârfurile înflorite ale plantei „trei frați pătați” intră în compoziția ceaiului pectoral 2 și depurativ.

Din afine și/sau coacăze se prepară băuturi alcoolice (vin de coacăze) sau nealcoolice, dulceturi și gemuri, prăjituri, sau se pot consuma ca atare, fiind o sursă nu numai de antocianozide, ci și de vitamine și glucide.

Infuzia și decoctul din florile de nalbă de grădină sunt folosite în afecțiuni ale căilor respiratorii și pentru colorarea oțetului aromatic.

2.3.1.4.3. Proantocianidoli (proantocianidine)

Proantocianidolii (proantocianidinele) sunt derivați ai flavan-3,4-diolilor, cunoscuți și sub numele de leucoantocianidoli (leucoantocianidine).

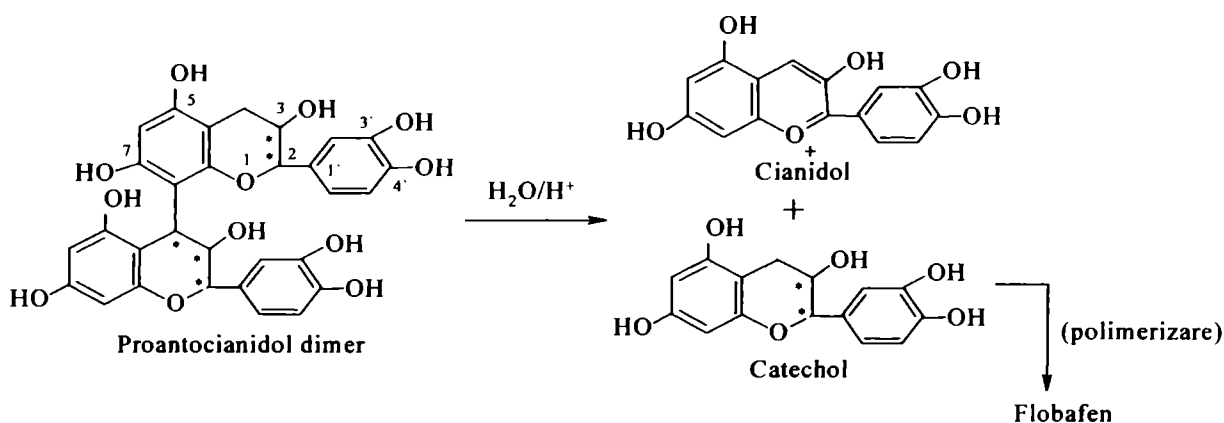


Structură chimică și clasificare

În plante acești compuși se găsesc sub formă de oligo- și polimeri.

Formarea oligo- și polimerilor se explică prin marea reactivitate a grupei $-OH$ de la C_4 ai unuia din monomeri care formează cu ușurință un carbocation, ce reacționează rapid cu atomii C_6 sau C_8 care au densitate mărită de electroni, ai celuilalt monomer.

Dimerii sunt formați fie numai din antocianidoli fie dintr-un antocianidol și un catechol, fapt ce poate fi dovedit prin hidroliza acidă la cald a acestora:



Între monomeri există una sau două legături C-C sau C-O-C, iar catecholul (sau epicatecholul) legat de flavan 3,4-diol poate fi în configurație β sau α .

În funcție de configurația catecholului (sau epicatecholului), de numărul (una sau două) și felul legăturii dintre monomeri rezultă mai multe tipuri de dimeri (tabelul 2.8).

Tabelul 2.8. Tipuri de proantocianidoli (proantocianidine)

Proantocian	Tipul legăturii	Configurație catechol (sau epicatechol)	Observații
B1, B2	C4 – C8'	β	Dimerii cei mai simpli
B3, B4	C4 – C8'	α	
B5 – B8	C4 – C6'		
A1, A2	C4 – C8' C2 – O – C7		

Polimerii pot conține până la cinci unități dimere. Dintre aceștia, mai cunoscuți sunt poliepicatechol-proantocianidol și poliepicatechol-prodelphinidol legați β C4-C8'.

Proprietăți fizice

Proantocianii sunt substanțe solide (cristaline sau amorfe), incolore (de unde și denumirea de „leucoantociani”), inodore și au gust astringent.

Sunt solubile în solvenți polari (apă, alcool, acetonă) și insolubile în solvenți nepolari.

Proprietăți chimice

Proantocianii au tendință mare de polimerizare (la aer), polimerii formați fiind insolubili în apă.

În mediu acid, la cald, dimerii (polimerii) se transformă în antocianidoli, singuri sau însoțiți de catechine (v. mai înainte).

Prezența grupelor fenolice determină caracterul reducător al acestor compuși. Astfel, ei dau cu FeCl_3 colorații verzi. Cu acidul p-toluen sulfonic formează antociani roșii, iar cu vanilina-complecși de culoare roșie.

Surse vegetale

Proantocianidolii A1 și A2 au fost puși în evidență în specii de Cola, Cinnamomum (scorțișoară), în Aesculus hippocastanum L. (castan) ș.a.

În semințele speciilor de Cola, dintre care cele mai importante sunt Cola nitida A. Chev. (Cola vera K. Schum.) și Cola acuminata Schott et Endl., se găsesc dimeri ai proantocianidolilor, alături de catechine, (+) catechina și (-) epi-catechina, și antociani. S-au mai identificat: amidon, glucide, ulei gras, lipide, enzime ș.a.

Deși sunt cunoscute datorită conținutului lor în substanțe azotate cu structură purinică (care contribuie la acțiunea farmacologică), semințele arborelui de Theobroma cacao L. (arborele de cacao) conțin compuși polihidroxifenolici (cca. 6,2% în semințele proaspete). Aceștia joacă un rol important în transformările chimice care se produc în timpul fermentării și tofierii semințelor.

Ele conțin leucoantociani (leucocianidol și glucozida sa), alături de antociani (3- α -arabinozida și 3- α -galactozida cianidinei) și catechine. Flavanoidele se găsesc ca monomeri în semințele proaspete, dar în timpul fermentării trec în dimeri și compuși cu grad mare de condensare. Astfel, s-au izolat dimerii leucoantocianidolului formați cu (-)epicatechina, cu 3',4',5',7'-tetrahidroxiflavan-2,3-diolul etc. Se cunosc și dimeri 6-6', prezenți în Thea sinensis L. (arborele de ceai).

Acțiuni terapeutice și întrebuințări

În prezent proantocianidolii și epicatechina sunt considerați adevărați factori P, fiind mult mai activi decât flavonele (de cca. 1.000 de ori).

Dintre acțiunile terapeutice ale proantocianidolilor amintim: acțiunea vasoprotectoare (angioprotectoare), antiaritmică, antioxidantă (captează radicalii liberi), precum și acțiunea

hipocolesterolemiantă a acestora.

Datorită faptului că stimulează activitatea prolin hidroxilazei crește rezistența capilarelor sanguine, scade permeabilitatea lor și crește tonusul venos. Prolin hidroxilaza este enzima care catalizează formarea legăturilor covalente din fibrele de collagen, asigurându-le soliditatea.

S-a stabilit cu certitudine că proantocianii formează legături covalente cu vitamina C, formă sub care difuzează în celule (realizând astfel transportul vitaminei în organism).

În plus, acești compuși se absorb rapid; se distribuie în sânge, ficat, rinichi, piele, pereți vasculari și mucoasele gastrică și enterală. Se elimină renal.

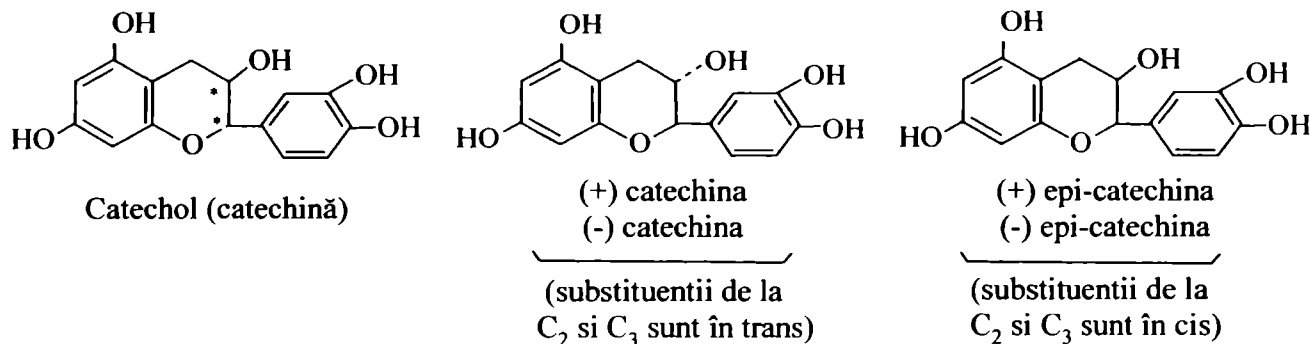
Sunt utilizați în tratamentul angiopatiei diabetice, în insuficiența venolimfatică și fragilitatea vasculară, în tratamentul de lungă durată al aritmiilor și ischemiei cardiace.

2.3.1.4.4. Catechine. Taninuri catechice

Catechinele (cateholii) sunt derivați hidroxilați ai dihidro-benzopiranului (croman) și au caracter fenolic.

Catechina obișnuită este un pentahidroxiderivat al flavanului cu 2 atomi de carbon chirali în moleculă, rezultând patru stereoisomeri.

Se cunosc toți cei 4 stereoisomeri optic activi:



În natură din cei patru izomeri posibili se găsesc doar (+) catechina și (-) epi-catechina.

Se întâlnesc și alți doi compuși înrudiți cu catechina, în care poziția grupelor –OH din restul fenilic (din poziția 2) sunt identice cu cele întâlnite în ceilalți doi antocianidoli fundamentali: pelargonidolul și delfinidolul. De la ultimul rezultă galocatecholul și epigalocatecholul.

Aceste patru catechine sunt unitățile structurale ale oligo- și polimerilor ce se formează prin condensare și care reprezintă taninurile catechinice (catechice); sunt cunoscute și sub denumirea de „materii tanante flavonoidice”.

Proprietăți fizice

Catechinele sunt substanțe solide, cristalizate, ușor solubile în apă și alcool și greu solubile în eter și hidrocarburi.

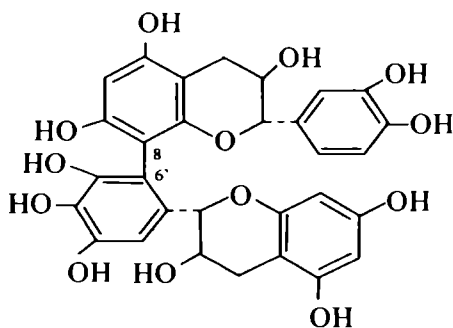
Proprietăți chimice

Catechinele precipită gelatina din soluție, dar nu tăbăcesc pielea.

Sub influența enzimelor (polifenoloxidaze dehidrogenante), a acizilor sau la cald, catechinele se transformă în taninuri catechinice. Acest proces se petrece „in vitro”, dar probabil că are loc și „in vivo”, în plante, printr-un proces de condensare intermolecular.

Taninurile catechinice sunt la început incolore și solubile în apă, dar pe măsură ce condensarea avansează se colorează în roșu și devin insolubile. Precipitatele roșii care rezultă sub influența acizilor se numesc flobafene sau flobataninuri și sunt formate din molecule de catechină unite prin legături C-C. Aceste legături interflavanice sunt de obicei de tip C₄-C₈, C₄-C₆, dar și C₆'-C₈ sau C₆'-C₆.

De exemplu, dimerul galocatechin-catechin are legătură C₆'-C₈ :



Datorită faptului că legăturile între monomeri nu pot fi rupte prin hidroliză, taninurile catechice se mai numesc și taninuri nehidrolizabile sau condensate.

Având grupe -OH fenolice în moleculă, catechinele prezintă aciditate; ele dau colorație verde cu FeCl₃.

Surse vegetale

Catechinele (taninurile catechinice) sunt mult răspândite în natură. Sunt prezente în scoarța unor specii aparținând încregăturii *Gymnospermatophyta*, ordinul *Pinales* precum: stejar (*Quercus* sp.), molid (*Picea* sp.), *Aesculum hippocastanum* L. (castan), în scoarța de *Eucalypt* sp. (eucalipt), de *Cinnamomum* sp. (scoțișoară); în lemnul speciei *Acacia catechu* (L.) Willd (arbuști de catechu); în florile unor specii ca *Rosa gallica* (trandafir); în semințele speciilor de *Cola* etc.

Se mai întâlnesc și în frunzele arborelui *Thea sinensis* L. (*Camellia thea* Link.), arborele de ceai, unde ajung până la 10-19% în frunzele proaspete. În timpul fermentației la care sunt supuse frunzele de ceai pentru a obține sortul numit „ceai negru”, catechinele se transformă în pigmenti de culoare închisă, caracteristici, care contribuie la imprimarea gustului aromat al ceaiului negru, numiți teaflavine și tearubigine. Dintre catechinele prezente enumerăm: (-) epigalocatechina (3-6%), (-) epigalocatechingalatul (9-13%), (-) epicatechingalat (3-6%), (-) epicatechina (1-3%). Proporția lor variază la frunzele tinere față de cele bătrâne, atât cantitativ cât și calitativ. Mai nou,

din frunzele de ceai au fost izolați și caracterizați compuși catechinici de tip flavanol-3,5-digalat: (-) epicatechin-3,5-digalatul și (-) epigallocatechin-3,5-digalatul.

2.3.1.5. Taninuri

Se numesc taninuri acele componente ale plantelor care au, în soluție apoasă, proprietatea de a transforma pielea crudă în piele tăbăcită. Pielea devine astfel impermeabilă, rezistentă la degradări biochimice și flexibilă.

Noțiunea de tanin decurge din tehnologie și mai puțin din clasificarea chimică, astfel încât definirea taninurilor este dificilă.

Taninurile sunt substanțe organice polifenolice (în general derivați ai 3-hidroxiflavanului, poliesteri sau glicozide ale acidului galic), care prezintă o serie de proprietăți comune: sunt solubile în apă, au gust astringent, se colorează cu FeCl_3 , dau precipitate cu gelatina și alte proteine, alcaloizi, cu acetatul de plumb II (caracteristice fenolilor).

Utilizarea taninurilor în procesul de tăbăcire a pielii se bazează pe capacitatea lor de a precipita proteinele (gelatina), cu obținerea unor combinații impermeabile și imputrescibile.

Taninurile determină gustul astringent al produselor vegetale în care se găsesc în cantitate mare, cum ar fi: ceaiul și cafeaua (10-25%), coaja de conifere (5-15%), coaja de stejar (8-11%), coaja de eucalipt (30-35%), gale (formațiuni patologice- 40-70%).

Structură chimică și clasificare

În funcție de structura chimică, taninurile pot fi:

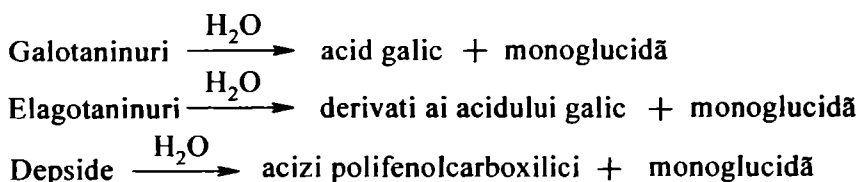
- catechice (nehidrolizabile sau condensate);
- galice (hidrolizabile);
- mixte;
- sintetice.

Taninuri galice

Taninurile galice sunt taninuri hidrolizabile, enzimatic sau în mediu acid. Ele sunt esteri ai unui acid fenolic (acidul galic și derivații săi, acidul metagaloilgalic) cu o glucidă (de obicei glucoza). Sunt compuși de tip $\text{C}_6\text{-C}_1$. Uneori în structura lor este prezent un derivat cromatic.

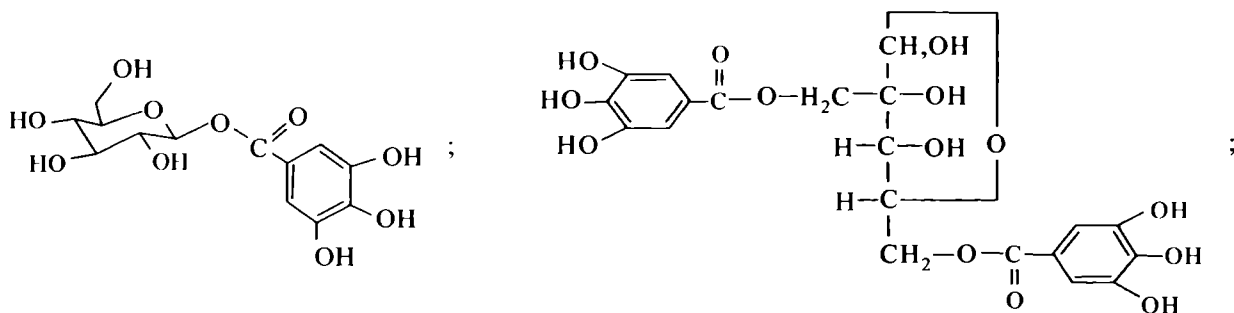
Taninurile galice sunt caracteristice angiospermelor dicotiledonate.

După natura produselor de hidroliză, taninurile galice se clasifică în: galotaninuri, elagotaninuri și depside:



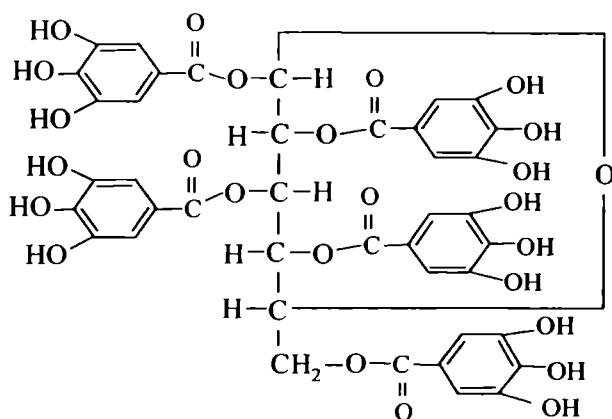
Galotaninurile se formează prin esterificarea acidului galic cu o monoglucidă (glucoza, hamameloza).

Dintre reprezentanții mai importanți sunt: mono- și digaloilglucoza, taninul de hamameli (hamamelitanin), galoilglucoza (β -pentagaloil D-glucopiranoza) ș.a.



Monogaloilglucoză

Hamamelitanin

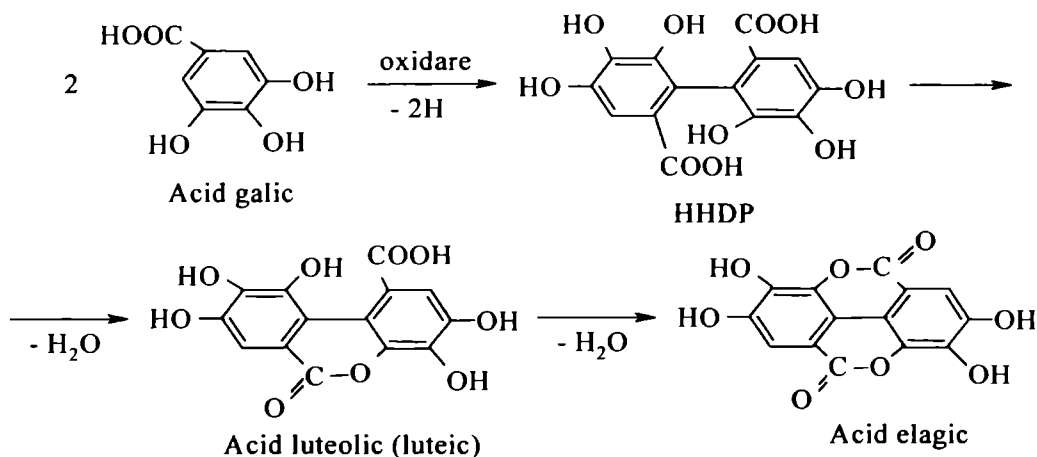


Pentagaloilglucoză

Întrucât nu precipită proteinele, galotaninurile nu sunt considerate taninuri adevărate.

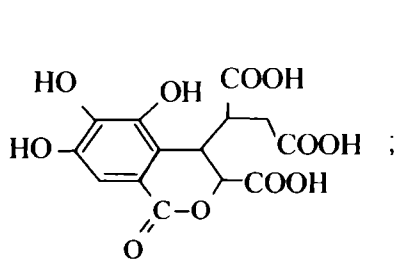
Galotaninurile au fost identificate în taninul chinezesc și taninul turcesc.

Elagotaninurile (tanozidele) sunt derivați ai glucozei cu: acidul hexahidroxidifenic (HHDP), acidul luteolic, acidul elagic, acidul chebulic (un derivat al acidului luteolic în care unul din ciclurile benzenice este hydrogenat și apoi scindat oxidativ).

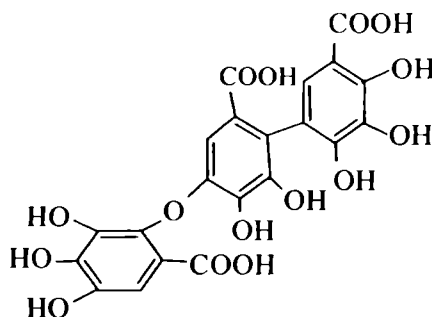


Acidul luteolic se poate obține prin oxidarea acidului galic și se poate transforma mai departe în acid elagic prin deshidratare. Acidul hexahidroxidifenic format în cursul primei etape se racemizează repede (are stabilitate mică).

Acidul chebulic este un derivat al acidului luteolic în care unul din ciclurile benzenice este hidrogenat și apoi scindat oxidativ, în timp ce acidul valoneic rezultă din condensarea unei molecule de acid galic cu un rest de HHDP:



Acid chebulic



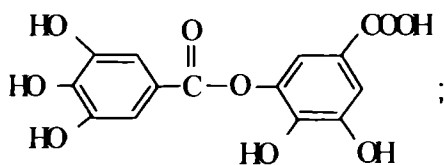
Acid valoneic

Dacă la o moleculă de ester a HHDP cu glucoza se adăunează un derivat fenil-cromanic (flavanol, flavanonol, procianidol), rezultă elagotaninurile complexe, ce pot fi considerate mixte.

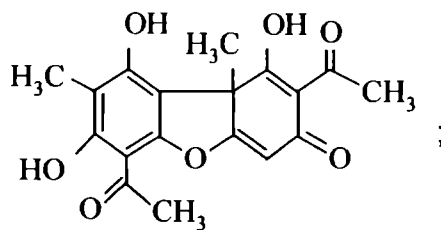
Elagotaninurile sunt foarte răspândite în natură și importante pentru tehnică, în procesul de tăbăcire a pielii. Au fost identificate în scoarța de *Quercus robur* L. (stejar), *Aesculum hippocastanum* L. (castan nobil), *Quercus aegilops* și alte specii de valonea (sau valonia) etc.

Depsidele sunt esteri între două sau mai multe molecule de acizi polifenolcarboxilici identici sau diferiți.

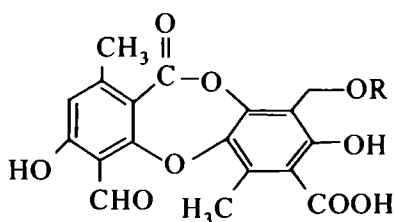
Reprezentanți mai importanți din această clasă de taninuri sunt: acidul m-digalic (acid m-galoilgalic), pentadigaloilglucoza, cinarina, acidul clorogenic și izomerii săi, acidul rozmarinic, acidul litospermic, acizii lichenici precum acidul usnic, protocetraric și cetraric.



Acid m-digalic



Acid usnic



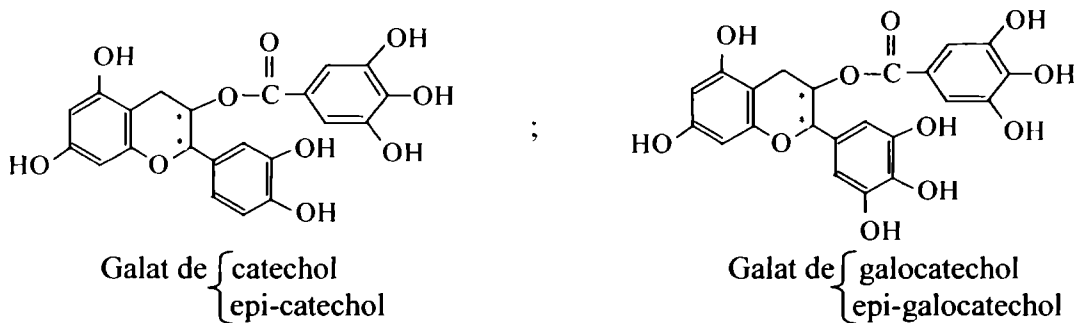
Depsida	R
Acid protocetraric	H;
Acid cetraric	- C ₂ H ₅

Cinarina, acidul clorogenic și izomerii ai acestora au fost izolați din frunzele de *Cynara* sp., cinară (pentru structuri, vezi cap. 2.3.1.3.1. „Derivați ai acizilor polifenolcarboxilici”).

Acizii lichenici sunt izolați din licheni și fungi (v. cap. 4.3. „Regnul *Fungi*”).

Taninuri mixte

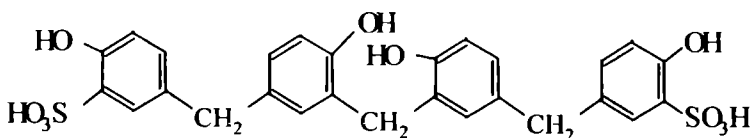
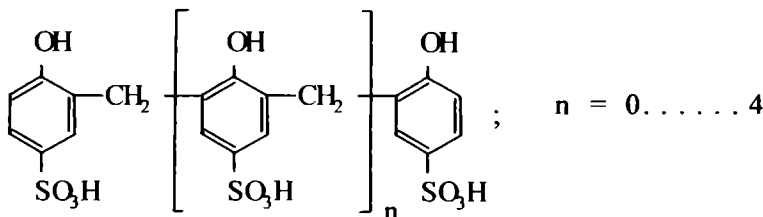
Taninurile mixte sunt esteri ai acidului galic cu catechine: catechol (catechină), epi-catechol, galocatechol, epi-galocatechol, rezultând structuri de genul:



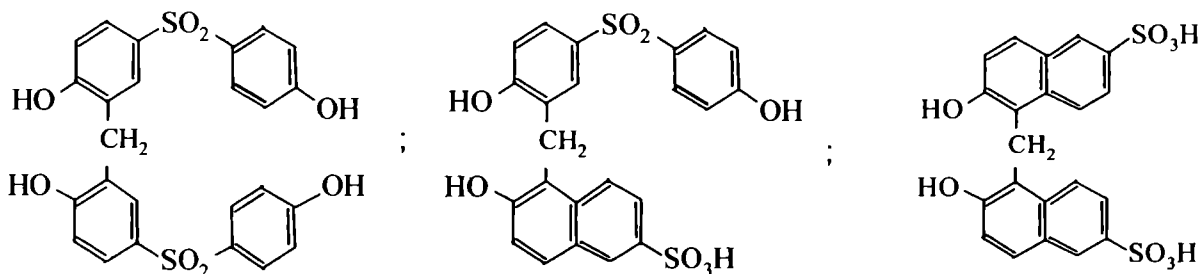
Taninuri sintetice

Taninurile sintetice sunt acele taninuri care imită structura chimică a taninurilor naturale, de origine vegetală, prin obținerea unor molecule mari având cât mai multe grupe –OH fenolice, a căror soluție să fie slab acidă și aproape coloidală.

Dintre numeroasele substanțe descrise în literatură care se obțin de la fenoli sau crezoli prin condensare cu aldehida formică (tip novolac), prezentăm câteva exemple:



Un ameste din următoarele trei substanțe constituie un tanin sintetic eficient:



Rol fiziologic

Taninurile vegetale sunt factori de apărare ai plantelor împotriva infecțiilor bacteriene și virale, prin proprietatea lor de a precipita microorganismele.

Fiind reducători puternici, ei sunt antioxidanți naturali și participă la sistemele redox celulare; sunt transportori de hidrogen.

Depsidele din licheni sunt puternic antiseptice; acidul usnic are și acțiune antispastică, iar acizii cetraric și protocetraric sunt antiemetici.

Administrate în cantități mari sunt hepatotoxice și cancerigene.

Proprietăți fizice

Taninurile vegetale sunt substanțe solide, amorfe; cele cu masă mică pot cristaliza.

Sunt incolore sau colorate (taninul propriu-zis, care este un amestec de compuși, este galben-brun, dar pot fi și taninuri de culoare roz, roșie sau roșu-brună), inodore și au gust astringent.

În timp ce la cald se dizolvă în apă, la rece formează soluții coloidale, solubilitatea depinzând de gradul de condensare. Flobafenele (precipitate ce iau naștere din taninuri catechice sub influența acizilor și recunoscute după colorarea roșie sau roșie-brună) sunt insolubile atât în apă cât și în solvenți nepolari. Din soluțiile coloidale, taninurile sunt precipitate de acizi și săruri minerale.

În general taninurile vegetale sunt solubile în solvenți polari (alcool, acetonă, acetat de etil) și insolubile în solvenți nepolari.

Având atomi de carbon chirali, sunt optic active.

O altă caracteristică a acestora este higroscopicitatea.

Taninurile sunt adsorbite de pulberea de piele, cărbune, vată, caolin, oxid de aluminiu.

Proprietăți chimice

Taninurile galice hidrolizează în mediu acid la încălzire, cu eliberarea componentelor: acid galic, acid elagic sau derivații lor. Taninurile catechice polimerizează la flobafene. Pe această comportare a taninurilor, în mediu acid și la cald, se bazează diferențierea lor.

În mediu puternic bazic, prin topire, taninurile se descompun, reacția servind la determinarea structurii chimice a acestora. Astfel, taninurile galice formează acid galic, iar taninurile catechice se descompun în acid protocatehic și fluoroglucinol.

Având caracter reducător, taninurile dau reacția Fehling, Tollens, reacția cu KMnO_4 , cu H_2O_2 , cu I_2 pozitive.

De asemenea, datorită prezenței grupelor $-\text{OH}$ din structură, dau prin reacția cu FeCl_3 colorație verde-neagră (taninurile catechice) și albastru-neagră (taninurile galice).

Cu proteinele taninurile formează combinații complexe macromoleculare tridimensionale, impermeabile și imputrescibile (prin îndepărtarea moleculelor de apă). Taninurile se fixează pe fibrele proteice prin formare de legături covalente, formare de săruri și prin legături de hidrogen. Pe formarea acestor legături se explică tăbăcirea pielii, utilizarea lor în fitofarmacie și ca metode de dozare.

Surse vegetale

Taninurile au fost izolate din multe plante, unde sunt distribuite fie în rădăcini, rizomi, în scoarțe, frunze uscate, sau în părțile aeriene înflorite ale acestora.

Ca exemple de surse vegetale, enumerăm: rădăcina uscată a plantei *Krameria triandra* Ruiz et Pavon (ratania); rizomii uscați după recoltare obținuți de la speciile *Potentilla tormentila* L. (scilipeti) și *Polygonum bistorta* L. (răculeț, rădăcina șerpilor); somitățile florale uscate ale plantei *Lythrum salicaria* L. (răchitan); partea aeriană înflorită a speciilor *Potentilla anserina* L. (coada-racului, iarba găștelor, scrântitoare sau argentică), *Alchemilla vulgaris* L. (crețișoară sau brumărie), *Agrimonia eupatoria* L. (turiță mare); frunzele uscate după recoltare de la specia *Hamamelis virginiana* L.; scoarțele uscate recoltate de pe ramurile de până la trei ani de *Quercus* sp. (stejar) etc.

În scoarța ramurilor tinere de la stejar au fost puse în evidență taninuri mixte în proporție de 8-20%, alcătuite din poliesteri ai acidului galic cu glucoza, acidul elagic, catecholul, epicatecholul, galocatecholul, acidul quercitanic, proantociani. Se mai găsesc: saponozide triterpenice (lupeol), rezine, pectine, quercetol, un principiu amar –quercina ș.a.

În timp, taninurile condensează la flobafene, care imprimă culoarea caracteristică scoarțelor de stejar (roșu de stejar).

Tot flobafenele sunt principalele responsabile de culoarea pudrei de cacao („roșu de cacao”). Taninurile se formează ca rezultat al transformărilor care au loc în timpul fermentării semințelor proaspete de cacao, iar flobafenele- mai ales în timpul uscării acestora. În formarea di- și polimerilor, (-)epi-catechina (reprezentând 40-50% din totalul catechinelor, față de (+) catechina, care atinge 15-20%) constituie substratul major al polifenoxidazelor implicate în procesul de înbrunare a semințelor.

Din rădăcinile de *Rheum palmatum* L. și *Rheum officinale* Baill. (revent sau rabarbăr) se obține drogul medicinal oficial „revent”. În acțiunea farmacologică a reventului intervin și taninurile catechinice sau condensate care se găsesc în proporție de 15%. Rădăcinile acestor două specii sunt bogate în polifenoli, derivați antracenici; s-au mai identificat ulei eteric (reventul chinezesc), glucide, mucilagii, pectine, amidon, substanțe azotate, rășină, enzime (peroxidaze, citocromoxidaze, enzime termorezistente și fitoncide active mai ales față de *Staphylococcus aureus*).

Acțiuni terapeutice și întrebuințări

Taninurile au acțiune antidiareică, antimicotică, antivirală, antiinflamatoare, dar și cancerigenă și hepatotoxică , când sunt prezente în cantități mari.

Prin urmare, în cazul diareelor infecțioase, ulcerelor, colitelor se pot administra decocturi pe bază de taninuri.

Extern (sub formă de colutorii și gargarisme) se utilizează în tratarea stomatitelor (v. produsul farmaceutic „Stomagingiv”), arsurilor, hemoroizilor, dermatozelor, erupțiilor, cu atât mai mult cu cât acestea grăbesc cicatrizările rănilor, prin acțiunea antiseptică, hemostatică și vasoconstrictoare pe care o posedă.

Multe extracte alcoolice sau apoase din plantele medicinale conțin dehidrocatechine dimere sau oligomere, având acțiune inotropă pozitivă asupra miocardului (stimulează contractibilitatea).

Intră în compoziția ceaiului antidiareic și a ceaiului pentru gargară.

2.3.1.6 Chinone

Chinonele sunt derivați 1,4-diceto-2,5-dienici (p-chinonele) sau 1,2-diceto-3,5-(o-chinonele) ai ciclohexanului.

Ele se pot găsi grefate pe diverse structuri: benzenică (benzochinonele), hidrocarburi aromatice biciclice sau policiclice simple (naftochinone și antrachinone), hidrocarburi aromatice biciclice sau policiclice condensate (antraciclinona și naftodiantrona), compuși cu structură terpenică (miltionona, transhinonele), substituie cu grupe –OH, -OCH₃, - CH₃ etc.

În plante, chinonele se găsesc în cea mai mare parte în formă redusă (ca hidrochinone); în timpul izolării (prelucrării) ele se oxidează la forma chinonică.

Majoritatea formelor reduse ale chinonelor vegetale sunt glicozidate.

Până în prezent au fost izolate din plante (ciuperci, licheni, plante superioare) peste 1200 chinone, unele colorate în galben, portocaliu sau roșu (pigmenți chinonici). La animale sunt prezente extrem de rar (*Echinodermæ*, *Anthropode*).

2.3.1.6.1. Benzochinone

Chinonele simple având de bază structuri benzenice (benzochinonele) sunt întâlnite foarte rar în regnul vegetal și au o distribuție limitată.

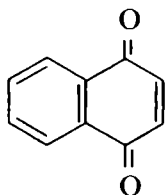
Dintre acestea, 2,6-dimetoxi-1,4-benzochinona pare a fi cea mai răspândită, ea provenind din degradarea ligninei.

Benzochinona este insolubilă în apă și solubilă în solvenți nepolari, dar se poate distila și antrena cu vapori de apă.

Chinonele de la hidrocarburile bi- sau policiclice, simple sau condensate, cât și cele terpenice sunt mult mai răspândite.

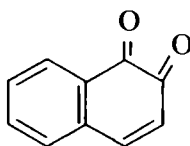
2.3.1.6.2. Naftochinone

Cele mai importante chinone derivate de la naftalină sunt următoarele trei (din cele șase posibile):



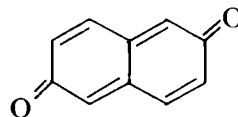
1,4-naftochinonă
(α -naftochinonă)

;



1,2-naftochinonă
(β -naftochinonă)

;



2,6-naftochinonă
(amfi-naftochinonă)

În natură se găsesc derivați ai 1,4-naftochinonei (forma oxidată) sau 1,4-naftohidrochinonei (forma redusă), libere sau glicozidate, colorate în galben, portocaliu sau roșu (pigmenți chinonici).

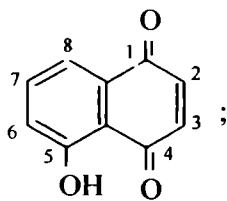
Cele mai răspândite sunt naftohidrochinonele, substituie cu $-\text{OH}$, $-\text{OCH}_3$, alchil nesaturat. În procesul extracției și în contact cu aerul se transformă în naftochinone.

Dintre cele mai răspândite naftochinone, enumerăm:

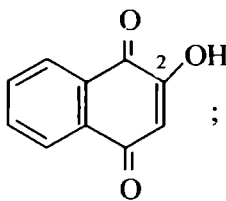
Juglona (5-hidroxi-1,4-naftochinona)- se găsește sub formă redusă (leucoderivat) în cojile nucilor verzi (*Juglans regia* L.). La aer se oxidează, colorându-se în brun-închis (forma chinonică). În frunzele și ramurile nukului este prezentă 1,4,5-trihidroxinaftalina glucozidată la grupa $-\text{OH}$ din poziția 4. Frunzele de nuc cad pe sol și, prin intermediul precipitațiilor, se hidrolizează și se oxidează la juglonă, care este toxică și inhibă germinația semințelor. În acest fel se explică efectele alelopatice ale nukului asupra multor specii de plante.

Lawsona (2-hidroxi-1,4-naftochinona) izomeră cu juglona, este de culoare galbenă și se prezintă sub formă de cristale galbene cu luciu metalic. Se izolează din planta indiană *Lawsonia inermis* L., cunoscută sub numele de **henna** (folosită la vopsirea părului).

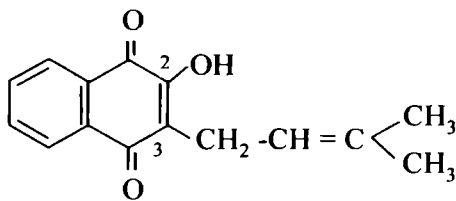
Lapacholul conține pe lângă structura lawsoniei un rest de izopren în poziția 3. Este colorantul din lemnul de **lapacho** sud-american (*Tabebuia avellanedae*).



Juglonă

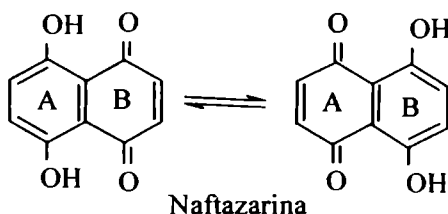


Lawsonă



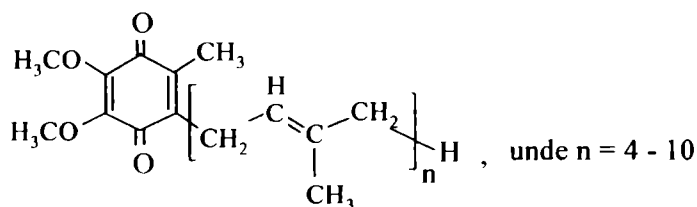
Lapachol

Naftazarina este un derivat sintetic și se utilizează ca și colorant de mordant:



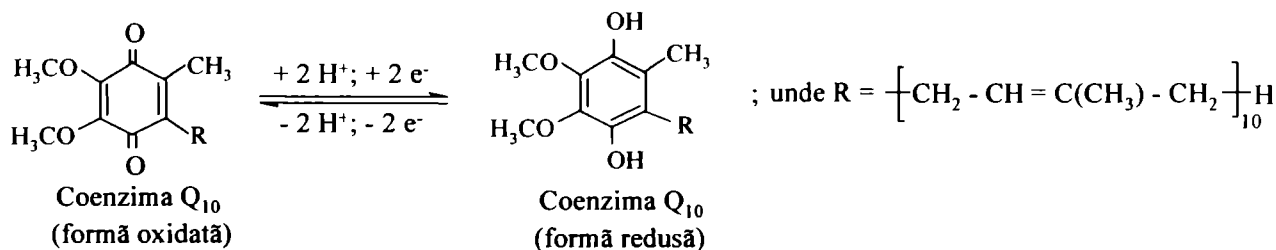
Naftazarina

Ubichinonele sunt naftochinone răspândite pretutindeni (de unde și denumirea; lat. *ubicum* = există peste tot), în toate celulele, la plante și animale.



Ubichinone (UQ_n)

Îndeplinesc funcția de coenzimă transportoare de electroni și intervin în procesul respirației celulare (reacții redox):



Dintre cei 10 ubichinone existente, în organismul uman este prezentă structura cu $n = 10$; de aceea a primit numele de „coenzimă Q₁₀”.

Coenzima Q₁₀ a fost evidențiată în 1958 și este bine stabilit rolul său esențial în bioenergetica vieții umane. Este considerat un nutrient miracol fără de care corpul nu poate supraviețui. Starea fiziologică normală sau de boală este corelată cu nivelul acesteia în organism.

CoQ₁₀ este folosită ca medicament pentru stimularea imunității, diminuarea efectelor îmbătrânirii, protejarea inimii, în lupta împotriva cancerului, vindecarea bolilor gingiei, în chirurgie, în prelungirea duratei vieții.

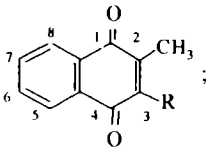
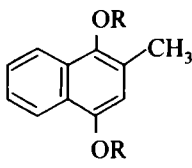
Vitaminele K reprezintă un grup de compuși naturali și de sinteză cu implicații deosebite în procesul de coagulare a sângelui. Simbolul „K” provine de la cuvântul „koagulation”, ele fiind vitamine antihemoragice.

Din punct de vedere chimic sunt 2-metil-naftochinone substituie în poziția 3 (tabelul 2.9)

Vitaminele K₁ și K₂ sunt principalele vitamine K naturale, iar dintre vitaminele K sintetice mai importante sunt: K₃ (cu structura cea mai simplă), K₄ (diesteri ai menadiolului, în care radicalii R pot fi identici sau diferiți), K₅, K₆, K₇, ultimile trei având una sau două grupe aminice care înlocuiesc grupele –OH din structura 2-metil-1,4-naftohidrochinonei.

Vitamina K₁ este de natură vegetală, având o distribuție mai largă în plantele superioare. Dintre organele vegetale, frunzele sunt cele mai bogate în vitamine K₁ și în special cele ținute la lumină. Au fost izolate din cloroplaste prin metode extractive. Este însoțită uneori și de alți derivați, cum este 2-metil-3 (Δ⁶-dehidrofitil)-1,4-naftochinona.

Tabelul 2.9. Structura chimică a vitaminelor K₁-K₄

	Vitamina	R
	K ₁ (Filochinona, 3-fetil-2-metil-1,4- naftochinonă)	$-\text{CH}_2-\text{CH}=\overset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{C}}}-(\text{CH}_2)_3-\overset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}}-(\text{CH}_2)_3-\overset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}}-(\text{CH}_2)_3-\overset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{CH}_3$ rest fitil (fitol, C ₂₀ H ₃₉ -OH)
	K ₂ (Menachinone, 2-metil-3-poliprenil- 1,4-naftochinonă)	$\left[\text{CH}_2-\text{CH}=\overset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{C}}} \right]_n \text{H} ; \quad n = 4 - 10, \text{ în funcție de specie}$
	K ₃ (Menadiona, 2-metil- 1,4-naftohidrochinonă)	H
	K ₄ (Menadioli, diesteri ai 2-metil-1,4- naftohidrochinonei)	$-\overset{\text{O}}{\underset{ }{\text{C}}}-\text{CH}_3 \text{ (diacetat)} ; \quad -\overset{\text{O}}{\underset{ }{\text{C}}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \text{ (dibutirat)} ;$ $-\overset{\text{O}}{\underset{ }{\text{C}}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH} \text{ (disuccinat)} ;$ $-\text{SO}_3\text{Na} \text{ (disulfonat)} ; \quad -\text{PO}(\text{ONa})_2 \text{ (difosfat, sinkaivit)}$

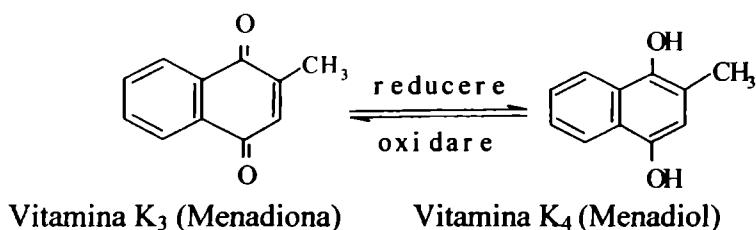
Vitaminele K₂, cunoscute sub denumirea generică de menachinone, sunt diferențiate de numărul grupelor izoprenice (notate cu „n”) din moleculă și au reprezentarea simbolică „MK_n”. De exemplu, MK₆ este hexaprenil-menachinona (3-hexaprenil-2-metil-1,4-naftochinonă).

Vitamina K₂ și unii derivați ai săi se biosintetizează cu precădere în bacterii (inclusiv bacteriile tubului digestiv); au fost izolate din surse animale (ficat, carne, mușchi, lapte).

Vitaminele K de sinteză au structura de bază 2-metilnaftochinonică sau una potențial convertibilă în aceasta. Cele care nu au structură naftochinonică specifică o pot dobândi prin transformări metabolice specifice.

Vitamina K₃ este solidă, spre deosebire de vitaminele naturale uleioase. Este iritantă pentru piele și căile respiratorii, iar soluția alcoolică este vezicantă.

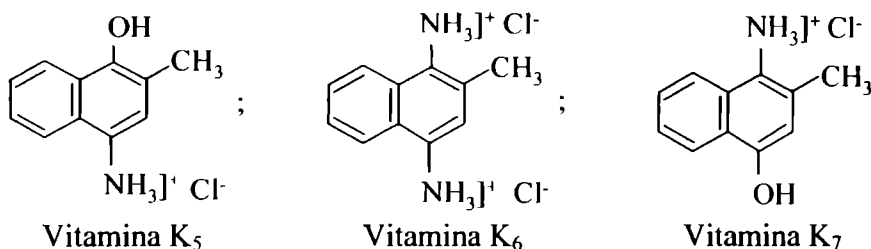
Dintre vitaminele K₄, cea mai reprezentativă este menadiolul, forma redusă a menadionei (din care se obține prin reducere cu zinc și acid acetic):



Pentru a preveni oxidarea la contactul cu aerul, vitaminele K₄ sunt utilizate în clinică sub

formă de esteri, dintre care majoritatea sunt solubili în apă, ceea ce ușurează utilizarea lor terapeutică sub formă de soluții apoase.

Vitaminele K₅-K₇ formează clorhidrați (prin grupele aminice), care sunt hidrosolubili și deci, pot fi administrați sub formă de soluții apoase:



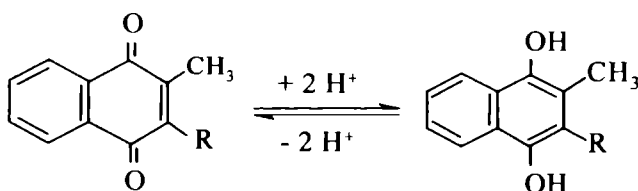
Corelația structură chimică-acțiune vitaminică

S-a stabilit că acțiunea vitaminică specifică a vitaminelor K este determinată de ciclul naftochinonic, esențială fiind existența ciclului benzenic nesubstituit și grupa -CH₃ de la C₂ care facilitează fixarea vitaminelor K pe suprafața enzimelor.

Absența metilului suprimă activitatea vitaminică, iar înlocuirea lui cu o grupă cu un număr mai mare de atomi de carbon duce la obținerea antivitaminelor K.

Catena poliizoprenică de la C₃ nu este obligatorie pentru activitatea vitaminică, dimpotrivă, vitaminele de sinteză au o acțiune mai intensă, mai rapidă, dar de scurtă durată. Lipsa ei însă face ca vitaminele K de sinteză să prezinte toxicitate (provoacă depresie respiratorie, convulsii, anemie, vomă porfirinurie, cianoză), spre deosebire de vitaminele K₁ și K₂ naturale.

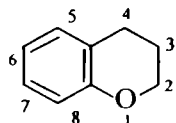
Participarea vitaminelor K la procesele de oxido-reducere se explică prin ușurința cu care trec din formă chinonică în formă redusă naftohidrochinonică:



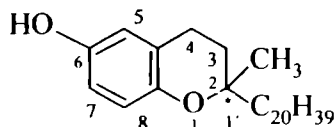
Prin această reacție se asigură transportul hidrogenului, vitaminele K putând participa la procesele de respirație celulară, fotosinteză, oxidare fosforolitică, oxidarea grupării -SH la -S - S- (explică formarea unor scleroproteine, transformarea fibrinogenului solubil, care are grupa tiol, în fibrină insolubilă, în prezența factorilor de coagulare implicați în coagularea sângelui).

Vitaminele E se mai numesc și tocoferoli și sunt derivați ai cromanului (benzodihidropiranului). Sunt reuniți sub acest nume generic datorită activității lor biologice: sunt vitaminele antisterilității sau ale fertilității (gr. *tocos* = naștere, *pherein* = a purta).

Tocoferolii derivă dintr-o structură de bază numită tocol.



Croman



Tocol

În acest grup sunt incluși opt compuși diferiți, toți având un inel cromatic metilat sau hidroxilat. Se deosebesc:

- patru tocoferoli, având la C₂ un rest fitil și o grupă metil obligatoriu la C₈, particularizarea lor făcându-se în funcție de prezența altor grupe metil în pozițiile 5 și 7 ale inelului cromatic;
- patru tocotrienoli, asemănători structural cu tocoferolii dar având la catena laterală din C₂ trei duble legături (tabelul 2.10).

Tabelul 2.10. Vitamine E

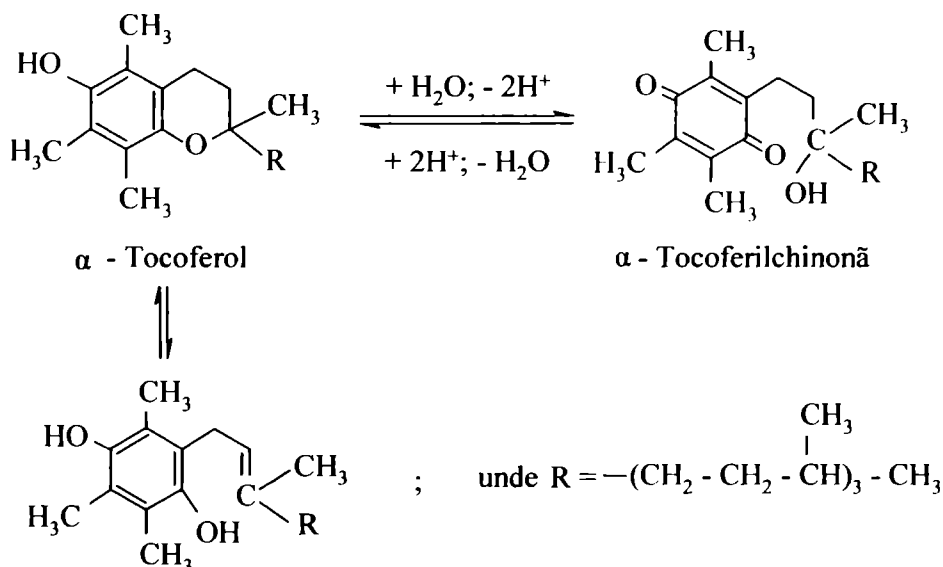
Structura	Vitamina
Tocoferoli	$R_1=R_2=R_3=CH_3 \rightarrow \alpha\text{-tocoferol};$ $R_1=R_3=CH_3; R_2=H \rightarrow \beta\text{-tocoferol};$ $R_2=R_3=CH_3; R_1=H \rightarrow \gamma\text{-tocoferol};$ $R_3=CH_3; R_1=R_2=H \rightarrow \delta\text{-tocoferol}$
Tocotrienoli	$R_1=R_2=R_3=CH_3 \rightarrow \alpha\text{-tocotrienol};$ $R_1=R_3=CH_3; R_2=H \rightarrow \beta\text{-tocotrienol};$ $R_2=R_3=CH_3; R_1=H \rightarrow \gamma\text{-tocotrienol};$ $R_3=CH_3; R_1=R_2=H \rightarrow \delta\text{-tocotrienol}$

Tocoferolii sunt substanțe de origine vegetală: se găsesc în toate plantele verzi, localizate în frunze și mai ales în semințele germinate ale cerealelor și plantelor leguminoase. Vitamina E a fost izolată pentru prima dată în uleiul de embrion de grâu. În organismul animal vitaminele E sunt introduse pe cale exogenă și se acumulează în mușchi, ficat, rinichi, placenta, creier, sânge ș.a.

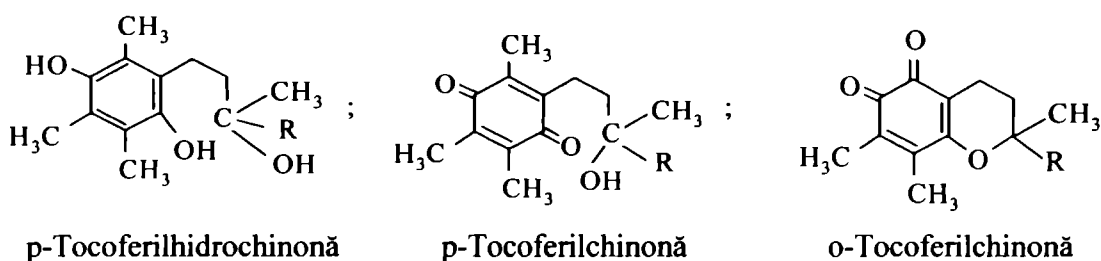
Se crede că tocotrienolii sunt precursori ai tocoferolilor, în care se transformă prin reducere enzimatică. Ei au mai mică însemnătate din punct de vedere vitaminic și sunt mai puțin răspândiți.

Tocoferolii sunt substanțe uleioase incolor sau slab gălbui, insolubili în apă și solubili în lipide și solvenți organici. Formează derivați (esteri, uretani) solizi și cristalizați. Prin esterificare crește atât stabilitatea (față de oxigenul din aer și față de agenții oxidanți) cât și activitatea biologică.

Vitaminele E pot exista în natură atât în formă ciclică, cât și deschisă:



Tocoferolii sunt oxidați cu ușurință de O_2 , O_3 , H_2O_2 , KMnO_4 , FeCl_3 , acid perbenzoic, peroxizii acizilor grași, AgNO_3 , KClO_3 etc. Prin oxidare blândă (FeCl_3 , AgNO_3) se obține p-tocoferilhidrochinona și p-tocoferilchinona, iar prin oxidare energetică cu HNO_3 conc. rezultă o-tocoferilchinona de culoare roșie:



Vitamina E s-a dovedit a fi indispensabilă bunei funcționări a organelor genitale, de aceea este numită și vitamina antisterilității. De asemenea își exercită acțiunea și asupra sistemelor muscular și cardiovascular și asupra hematopoezei. Intervine și în procesele de oxidare celulară și de respirație (sunt localizate în mitocondrii), având și rol protector față de enzimele implicate în proces. Influențează viteza de sinteză a ADN, a cromatinei, sunt implicate în metabolismul aminoacizilor și al glucidelor, al lipidelor, al proteinelor.

Corelația structură chimică-acțiune vitaminică

Activitatea biologică a vitaminelor E depinde de poziția și numărul grupelor metilice din nucleul cromatic, precum și de lungimea catenei laterale de la C_2 , care-i conferă specificitatea de acțiune. Scurtarea catenei duce la micșorarea acțiunii vitaminice, iar prin eliminarea sau substituirea ei cu un radical metil, vitamina devine inactivă.

De asemenea, prezența grupei hidroxil libere din poziția 6 este obligatorie pentru exercitarea proprietăților antioxidante ale tocoferolilor.

Acțiunea vitaminică în grupa tocoferolilor scade în ordinea: $\alpha > \beta > \gamma > \delta$, iar proprietățile

antioxidante variază în sens invers. Tocotrienolii sunt la fel de activi ca și tocoferolii în ceea ce privește activitatea antioxidantă, variația în grupă fiind: $\alpha < \beta < \gamma < \delta$ - tocotrienol.

Prin activitatea vitaminică superioară și printr-o mai mare răspândire în natură, α - tocoferolul se impune ca reprezentantul cel mai important al vitaminelor E.

Structura sterică influențează mult activitatea biologică a tocoferolilor: α –(-) – tocoferolul este mai puțin activ decât α - (+) – tocoferolul natural și chiar decât ($\pm$) - tocoferolul.

Prin proprietățile antioxidante tocoferolii protejează împotriva oxidării, de către peroxizii acizilor grași nesaturați în organism, alte vitamine (A, D), carotenii, acizii grași esențiali*, grăsimile nesaturate, enzimele și mulți hormoni. Între vitaminele E, A și F intervin relații sinergice în diverse procese metabolice, iar între vitaminele E și C există o acțiune antioxidantă reciprocă.

Chinonele derivate de la tocoferoli nu au acțiune vitaminică.

Proprietăți fizice

Naftochinonele sunt substanțe solide, cristalizate, colorate în galben, portocaliu sau roșu, antrenabile cu vapori de apă, sublimabile.

Cele libere sunt insolubile în apă, dar solubile în solvenți nepolari (eter, cloroform) și în soluții de hidroxid de sodiu, mai ales cele hidroxilate. Glicozidele lor sunt solubile în apă și în alcool de diferite concentrații (în soluție metanolică au loc frecvent metilări la grupele –OH).

Proprietăți chimice

Formele reduse ale chinonelor se oxidează ușor, chiar în prezența oxigenului atmosferic, așa încât de regulă prin extracție se obțin chinonele. În vederea obținerii formelor reduse se lucrează în atmosferă de gaz inert, la temperatură scăzută și în absența luminii.

Naftochinonele având grupe –OH în vecinătatea grupei $>C=O$ se folosesc ca și coloranți de mordant, prin formarea combinațiilor complexe cu ioni metalici.

Alte surse vegetale

Naftochinonele au fost izolate și din:

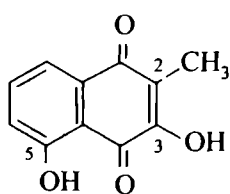
- partea supraterestră, uscată după recoltare, a speciilor de *Drosera* (roua-cerului). Aceasta conține 1-2% chinone totale dintre care predomină compusul 2-metil-5-hidroxi-1,4-naftochinona denumit droseronă;
- organele supra- sau subterane ale unor specii aparținând genului *Lithospermum* (cu denumiri populare precum: mei păsăresc, mărgelușe, grăușorul vrabiei).

*Un număr restrâns de acizi grași polinesaturați, cunoscuți ca acizi grași esențiali (AGE), apar sub denumirea mai veche și improprie de „vitamină F”. Principalii reprezentanți ai AGE sunt: acidul linoleic sau linolic și acidul linolenic.

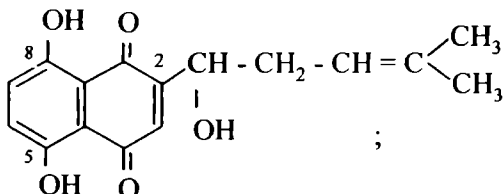
Acțiuni terapeutice și întrebuințări

Pe lângă acțiunile prezentate la fiecare exemplu dat anterior, naftochinonele au, în genral, acțiune antibacteriană și antifungică (juglona, lawsona, lapacholul), antivirală, dar și insecticidă, fungicidă, protozoarocidă.

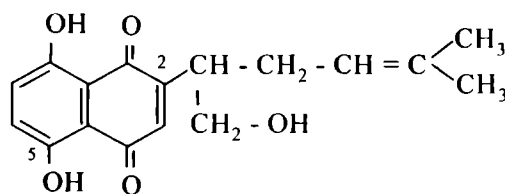
Tinctura și extractul obținut din *Droserae herba* intră în compoziția unor siropuri antitusive, deoarece conțin chinone care prezintă acțiune antispastică și antibacteriană, precum: droserona, 2-metil-3,5-dihidroxi-1,4-naftochinona, 2-metil-3-cloro-5-hidroxi-1,4-naftochinona, 5-O-glucozida droseronei (izolată din produsul uscat). În doze mari, preparatele obținute din această plantă devin toxice.



Droserona



(-) Alkanina



(+) Shikonina

Unele naftochinone au proprietăți tinctoriale: lawsona și alkanina extrase din *Hennae folium*, shikonina- obținută atât de la această plantă cât și de la specii de *Lithospermum*. Sunt mult utilizate și astăzi ca și în trecut în cosmetică și dermatologie. Efectul tinctorial apare ca urmare a reacției cu grupele -SH ale cheratinei din piele, unghii sau păr.

Având acțiune cicatrizantă, antiinflamatoare, sunt folosite în boli de piele, răni, arsuri.

Actualmente, shikonina pentru uz farmaceutic și cosmetic se obține prin culturi de celule și țesuturi.

Unele alchilbenzochinone și naftochinone au efect de haptenă: sunt chinone alergizante; atunci când vin în contact cu pielea se combină prin centrii lor electrofili cu grupele -NH₂ și -SH ale proteinelor din piele și induc dermite de contact (sensibilizări alergice). Acestea constau în erupții ce apar la nivelul pleoapelor, gâtului, obrazilor, bărbiei, degetelor, mâinii și antebrațului. De exemplu, compusul primina (2-metoxi-6-pentenil-benzochinona) din specii de *Primula* determină alergii lucrătorilor horticoli și din florării, iar dalberginele izolate din specii de *Dalbergia* și lapacholul acționează la atingerea obiectelor confecționate din lemnul acestor plante, cum sunt diverse instrumente muzicale.

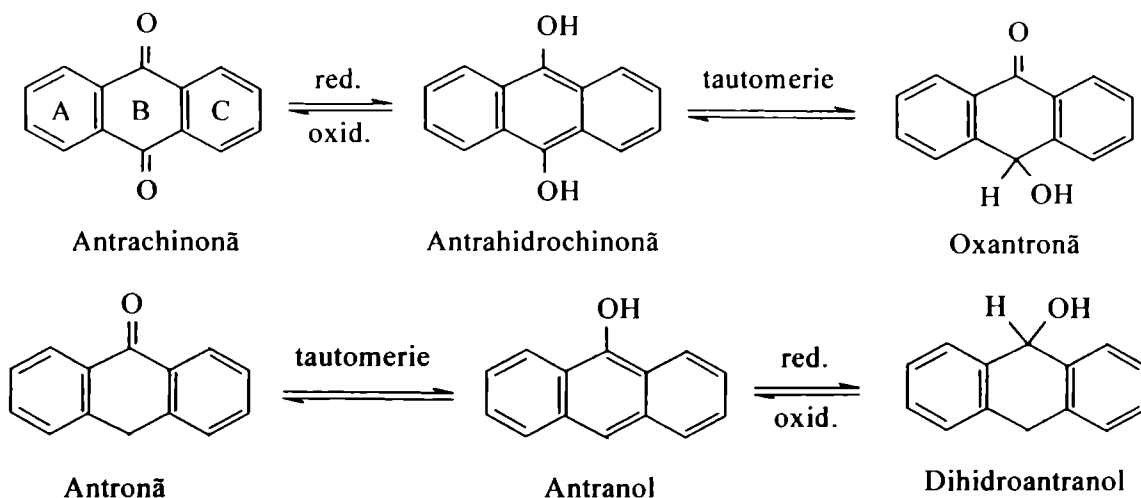
2.3.1.6.3. Antracenozide. Antraglicozide. Heterozide antracenice

Sunt O- sau C- heterozide fenolice, ai căror agliconi sunt antrachinone hidroxiolate, având grade diferite de oxidare.

Structură chimică și clasificare

În produsele proaspete, antracenozidele se găsesc sub formă redusă: antranoli, antrone, oxantrone. Antranolul, stabil numai în soluție, este solubil în suc de celulă, în timp ce antrachinona (forma cea mai oxidată) este mai puțin solubilă și se depune pe pereții celulari. Formele reduse, sub acțiunea oxidazelor sau a unor agenți externi, se oxidează treptat. Fenomenul are loc în timpul uscării și conservării produselor vegetale.

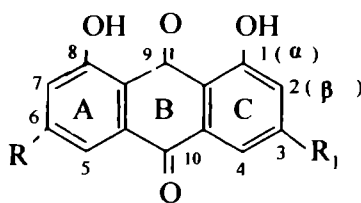
Sub formă antronică pot avea loc dimerizări cu formare de diantrone și naftodiantrone.



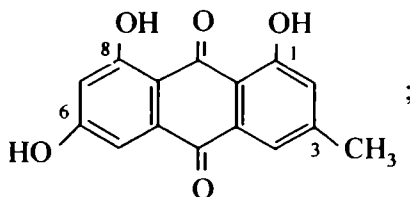
Clasificarea derivaților antrachinonici se face în general după poziția grupelor --OH pe nucleu, distingându-se două grupe mari și anume:

- derivați hidroxilați pe nucleele A și C (la C_1 și C_8);
- derivați hidroxilați pe nucleul C (la C_1 și în oricare altă poziție), mai rar pe nucleele A și C (în acest caz --OH poate fi atașat oriunde în afară de C_8).

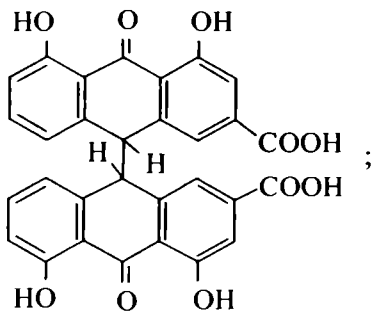
Compușii din prima clasă prezintă interes terapeutic deosebit, deoarece au acțiune laxativ-purgativă și sunt utilizați ca produse fitofarmaceutice. Formula generală a acestora este:



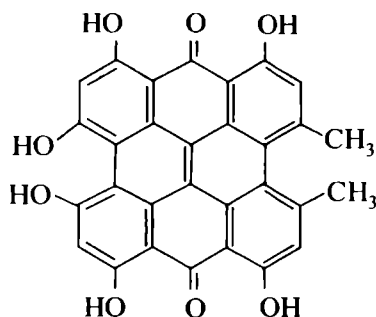
Cei mai întâlniți derivați sunt:



Emodol (emodina, reumemodol sau frangulaemodol)



Senidol A (homodiantrone)

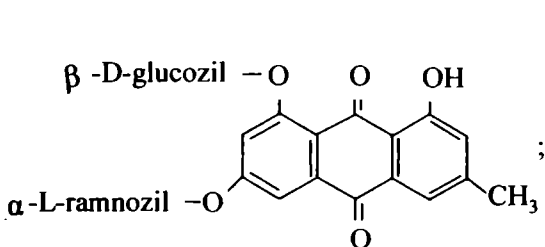


Hipericina (naftodiantrone, biantrone)

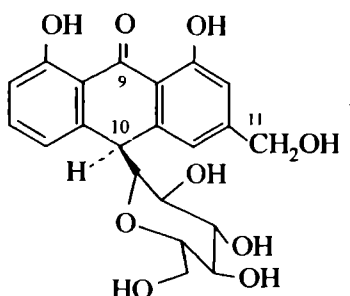
Diantronele pot fi formate din molecule de același fel (homodiantrone) sau din antrone diferite (heterodiantrone).

Partea glucidică este alcătuită din una sau mai multe oze (frecvent glucoză, ramnoză și mai rar apioză), legate C-O-C sau C-C. Ea se leagă de aglicon prin legături α - și β -glicozidice.

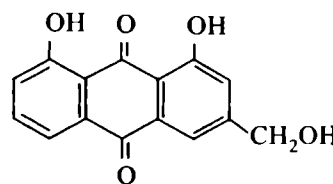
Prezentăm mai jos câteva exemple de heterozide ale derivaților hidroxilați pe nucleeele A și C (la C_1 și C_8):



Glucofrangulozida (derivat al emodolului)

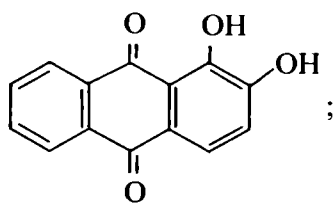


Aloina A

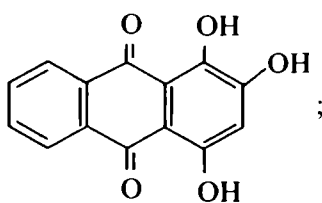


Aloeemedolul

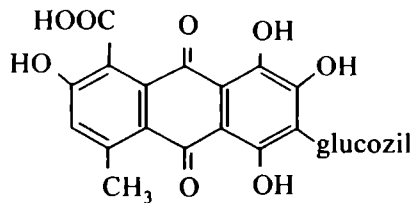
Din clasa derivaților hidroxilați pe nucleul C (la C_1 și în oricare altă poziție), sau pe nucleeele A și C (în afară de C_8) face parte alizarina sau 1,2-dihidroxi-antrachinona, extrasă din rădăcină de *Rubia tinctorum* L. și alte specii de rubia (roibă sau garanță), sub forma unei glicozide cu o diglucidă. Alizarina este primul colorant natural care a fost obținut prin sinteză (Graebbe și Liebermann, 1868).



Alizarină



Purpurină



Acid carminic

Prin tratarea alizarinei cu dioxid de mangan și acid sulfuric rezultă trihidroxi-antrachinona numită purpurină. Acidul carminic este colorantul izolat din coșenilă* și conține o catenă laterală cu structura unei monoglucide.

*Coșenila este pulberea obținută prin sfărâmarea femelelor uscate ale unui păduche țestos (*Coccus cacti*) și a fost utilizată multă vreme pentru vopsirea lânăii și mătășii pe mordant de staniu. Lacul de aluminiu al ei, numit carmin este utilizat la fabricarea fardurilor.

Proprietăți fizice

Antracenozidele sunt substanțe solide, amorfe, cu tendință de cristalizare.

Sunt colorate în galben, portocaliu sau roșu-brun, inodore și au gust amar.

Solubilitatea în apă depinde de numărul ozelor din structura heterozidelor: cu cât numărul acestora este mai mare solubilitatea în apă crește. De asemenea, ele sunt solubile în alcool de diferite concentrații și insolubile în solvenți nepolari.

Agliconii antracenozidelor sunt substanțe cristaline, colorate de la galben la roșu, în funcție de gradul de oxidare, de natura și de poziția substituenților.

În apă sunt insolubili, dar sunt solubili în alcool, acid acetic, benzen, toluen, cloroform și soluții alcaline (cu formare de săruri).

Proprietăți chimice

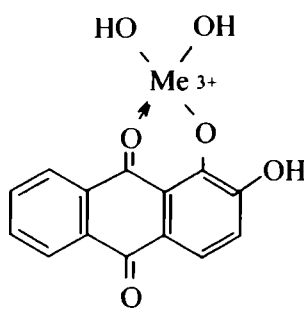
Hidroliza antracenozidelor se face diferențiat, funcție de legătura dintre glicon-aglicon:

- O-heterozidele având mai multe oze se scindează hidrolitic treptat în prezența enzimelor;
- C-heterozidele se hidrolizează nespecific și total în mediu acid (HCl conc.) și în prezența oxidanților (FeCl_3 , NaIO_4 etc); în aceleași condiții diantronele se scindează la antrachinonele constitutive.

Derivații antracenicici prezintă în lumină UV fluorescență puternică, variind de la galben la roșu.

Stabilitatea formelor reduse depinde de mediul în care se află; de exemplu, antrona este stabilă doar în solvenți inerți: benzen, izooctan, în timp ce în mediu bazic se tautomerizează. Formele reduse se oxidează relativ ușor, în funcție de oxidant și mediu de reacție.

Având grupe $-\text{OH}$ în proximitatea grupelor carbonil, antrachinonele pot forma chelați intens colorați numiți lacuri. De exemplu alizarina dă compuși complecși cu structura:



Complex alizarină- Me^{3+}

Astfel de complecși sunt stabili și măresc diversitatea culorii florilor sau a altor organe vegetale în care se găsesc.

De asemenea, grupele $-\text{OH}$ de la C_1 situați în vecinătatea grupei $>\text{C}=\text{O}$, participă la formarea de legături de hidrogen intramoleculare.

Grupele $-\text{OH}$ grefate în β la C_2 pe nucleul antrachinonic conferă antrachinonelor posibilitatea formării de fenoxizi cu hidroxizi alcalini, de culoare roșu-violetă.

Surse vegetale

Derivații antrachinonici, liberi sau glicozidați se găsesc răspândiți în multe plante superioare din familiile *Rhamnaceae*, *Rubiaceae*, *Liliaceae* etc.

Rădăcina de *Rubia tinctorum* L. (roibă sau garantă) conține alizarină, liberă și glicozidată, care-i imprimă culoarea roșie. Alături de aceasta, se mai găsesc și alți derivați antracenici (3-4%), precum: purpurina, 2-O-primverozida alizarinei etc.

Rizomii și rădăcinile unor specii de *Rumex* sp. (ștevie, măcriș) conțin până la 3% antracenozide, inițial sub forma unor combinații tanoglicozidice care în timpul uscării se scindează în taninuri catechice și hidroxiantrachinone, glicozidate sau nu (glicozida diantron-emodolului, emodolul).

Din rizomii și rădăcinile decorticate de *Rheum* sp. se obține reventul (chinezesc), care conține 2-5% reoantracenozide și agliconi și 5-15% reotanoglicozide, pe lângă compuși din alte clase (flavonoide, derivați stilbenici, derivați naftenici, cromone și cromanone etc). Antracenozidele sunt prezente atât în formă redusă cât și oxidate, partea glucidică fiind formată din 1-3 resturi de glucoză; alături de antracenozide se găsesc și agliconii corespunzători.

Prin evaporarea și uscarea sucului frunzelor mai multor specii de Aloe se obține produsul numit „sabor”, care conține 15-40% 10-C glucozide ale aloemodolului antronei, numite aloine, hidroxialoine și aloinozide. Compusul preponderent este aloina, un amestec de aloină A și B, doi stereoisomeri la C₁₀. În extract se mai găsesc și derivații acestor compuși O-glicozidați cu ramnoză la C₁₁ (aloinozidele A și B).

De asemenea, au fost izolate antracenozide din scoarța de *Rhamnus frangula* L. sin. *Frangula alnus* Mill. (crușin), unde se găsesc în proporție de 3-8% antracenozide și 0,1% agliconi, exprimați în 1,8-dihidroxiantrachinonă. Compusul existent în cantitatea cea mai mare este glucofrangulozida, un amestec de doi izomeri ai heterozidei emodolului cu glucoză și ramnoză (glucofrangulozida A), respectiv cu glucoză și apioză (glucofrangulozida B). Se mai găsesc frangulozida A și frangulozida B și heterozidele secundare ale primelor menționate, fără glucoză. Scoarța proaspătă conține numai antranoli și antrone, instabili și cu acțiune iritantă, dar care în timpul prelucrării produsului vegetal (temperatură de 100 °C) se oxidează. În terapeutică se folosește scoarța de crușin uscată și conservată cel puțin un an sau menținută 60 minute la 100°C înainte de uscare, recoltată de pe trunchiul și ramurile tinere.

Un exemplu de plantă din care au fost izolate naftodiantrone este *Hypericum perforatum* L., sunătoarea sau pojarnița, de la care se folosesc vârfurile înflorite, uscate după recoltare.

Naftodiantronele, în cantitate de 0,1-0,5%, sunt reprezentate în principal de: hipericină, pseudo- și protohipericină și sunt localizate în punctele negre de pe petale. S-au mai izolat:

diantrone (hiperico-dehidro diantranol) și antranoli (emodol, antranol). Din punct de vedere terapeutic constituentul principal este, însă, hipericina, o naftodiantronă de culoare roșie-violetă.

Acțiuni terapeutice și întrebuințări

În general, antracenozidele au acțiune laxativ-purgativă (în funcție de doză) și litiazică. Ele stimulează peristaltismul intestinului gros, după câteva ore de la administrare.

Acțiune terapeutică de interes prezintă O-heterozidele diantronelor și antrachinonelor și C-heterozidele antronelor.

Trebuie subliniat că agliconii liberi, după absorbție, sunt glucuronoconjugați în ficat și eliminați total prin urină, deci ei nu sunt fiziologic activi.

Extractele din aloe, revent, rădăcină de ștevie (cunoscută în medicina populară ca „reventul călugărilor”), se utilizează la fabricarea unor preparate farmaceutice cu efect laxativ-purgativ. Extractul uscat de crușin intră în compoziția produselor „Laxatin”-drajeuri, „Cortelax”-drajeuri cu amestec de extracte uscate de revent, scoarță de pe ramurile tinere de crușin, rădăcină de cicoare, rădăcină de *Gllycyrrhizae*, a ceaiurilor hepatic și laxativ, a lichiorului laxativ etc.

Din semințele de crușin a fost izolat aloceemodolul, cu acțiune antileucemică față de leucemia limfocitară la șoarece.

„*Frangulae cortex*” constituie materie primă pentru obținerea industrială a glucofrangulozidei.

Rădăcina de roibă este întrebuințată în litiaza renală, având și efect antispastic. Alizarina din compoziția chimică a acesteia preîntâmpină formarea calculilor renali de natură oxalică și fosforică, prin complexarea ionilor Ca^{2+} și Mg^{2+} .

Formele antranolice sunt iritante pentru piele și mucoase, dar au proprietăți antiseptice, fiind folosite exclusiv extern pentru tratarea unor afecțiuni dermice.

Hipericina și derivații săi din sunătoare imprimă acesteia o acțiune fotosensibilizatoare (sub influența hipericinii este generat oxigen singlet în mitocondrii și este inhibată succinoxidaza) mai ales față de animalele cu păr alb, care se manifestă prin ulceratii ale pielii, hemoliză, putând duce în cazuri grave chiar la moartea acestora. Tot hipericina, alături de flavonoide și xantone, imprimă sunătoarei o acțiune antidepresivă. Sunătoarea mai are și acțiune antivirală, antiinflamatoare și cicatrizantă, fiind folosită sub formă de infuzie, tinctură, extract sau macerat în ulei la cald în: ulcere, bronșite, colite și colicistite, inflamații ale tractului uro-genital, arsuri și alte răni externe. *Hyperici herba* intră în compoziția ceaiurilor gastric 2, hepatic și anticolitic, iar hipericina este folosită la prepararea unor produse farmaceutice antidepresive („Divinal”, „Hyperforat”, „Neuroplant”).

Folosirea îndelungată sau supradozarea unor produse cu antracenozide creează dependență și duce la maladii laxative (colite, tulburări electrolitice, comportament nevrotic).

Abuzul de sunătoare duce la hipericism, manifestată prin: tulburări psihomotorii, eriteme edematoase care pot fi urmate de hemoliză și manifestări epileptiforme.

Unele antracenozide au proprietăți tinctoriale (alizarina, purpurina, acidul carminic).

Alizarina este folosită la obținerea de coloranți organici: roșu turcesc (cu mordant de aluminiu), violet (cu mordant de crom) etc.

2.3.1.7. Heterozide steroidice

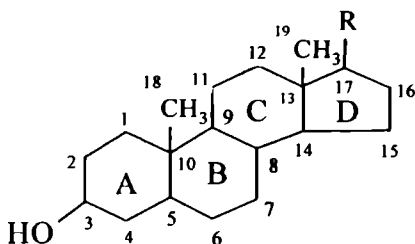
Heterozidele steroidice sunt compuși de origine vegetală sau animală, având un nucleu ciclopentanoperhidrofenantrenic (steranic), obligatoriu substituit la C₃ cu o grupă -OH care poate fi liberă sau glicozidată.

Au importanță fiziologică și terapeutică deosebită.

Structură chimică și clasificare

Prezintă structura specifică a compușilor steroidici, substituită cu -OH la C₃, grupe metil la C₁₀ și C₁₃, o catenă laterală la C₁₇ și duble legături în cicluri sau în catenă.

Uneori la C₁₀ se găsesc radicali CH₂OH sau CHO.



Radicalul R din poziția 17 este particular fiecărui compus, diferențiindu-i în:

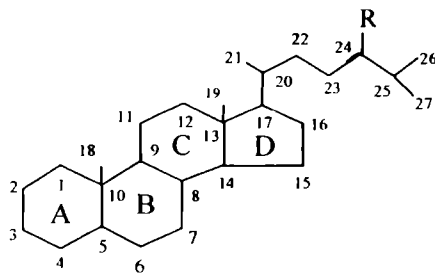
- fitosteroline (fitosterolglicozide);
- heterozide digitanolic (pregnan-glicozide);
- heterozide cardiotonice;
- withanolide;
- saponozide steroidice;
- glicoalcaloizi steroidici.

2.3.1.7.1. Fitosteroline

Sunt în general 3-O-β-D-glicozizi ai sterolilor care au la C₁₇ o catenă de 8-10 atomi de carbon și câte un metil la C₁₀ și C₁₃.

Pot fi hidrocarburi 24 α-substituite și derivați -OH la C₃.

Derivații hidroxilați la C₃ ai acestor hidrocarburi se numesc steroli și în natură se găsesc liberi sau esterificați (rezultând o categorie de lipide denumite steride), mai rar glicozidați (cu D-glucoza și rar cu acid glucuronic).

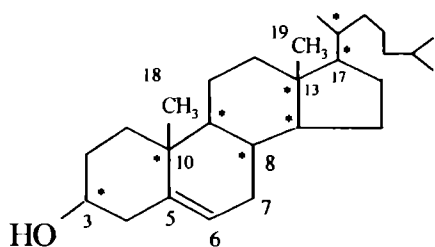


Hidrocarbura	R
Colestan	H
Ergostan	- CH ₃
Stigmastan	- CH ₂ - CH ₃

Se cunosc fitosteroli (în plante), micosteroli (în microorganisme) și zoosteroli (în organisme animale).

Dintre acești steroli, frecvent întâlniți sunt: colesterolul (și derivații săi), ergosterolul, sitosterolul, stigmasterolul.

Colesterolul (colesta-5-en-3β-ol) este cel mai important sterol de origine animală; este cunoscut încă din secolul 18 ca fiind principalul constituent al pietrelor din vezica biliară umană (gr. *chole* = bilă). Deși se credea că este un produs exclusiv de proveniență animală, a fost izolat și din alge roșii, iar unii derivați ai săi din alge verzi sau chiar din plante superioare.

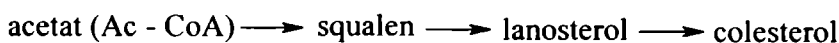


Colesterolul se găsește în toate țesuturile organismului animal, cu precădere în creier, nervi, glandele suprarenale, în gălbenușul de ou etc.

În organism se găsește atât în stare liberă (~ 25%), cât și sub formă de esteri (~ 75%).

Colesterolul din organism provine din surse alimentare (exogen), dar și din sinteza lui în diferite organe (endogen), în special în ficat și intestin.

Sinteza colesterolului în organism pornește de la acetat, ca și în cazul altor izoprenoide:



Se consideră ca fiind în limite normale, fiziologice, un conținut de colesterol cuprins între 150-250 mg%, adică 0,15-0,25 g colesterol la un volum de 100 cm³ sânge.

Concentrația colesterolului nu este identică pentru toți indivizii chiar dacă aceștia sunt aparent într-o stare bună de sănătate. Nivelul colesterolului în sânge depinde de o serie de factori precum: alimentația, sedentarismul, stresul, fumatul, consumul de alcool, vârsta, sexul etc.

În general scăderea colesterolului sub valoarea de 150 mg% este rar întâlnită, de aceea în practica medicală este de interes depistarea creșterii nivelului colesterolului peste valoarea considerată normală și găsirea remediilor pentru a-l scădea și aduce la valori normale.

În sânge, aproape întreaga cantitate de colesterol se găsește în compoziția lipoproteinelor sub două forme:

- fracțiunea LDL (low density lipoprotein) transportă colesterolul spre țesuturi și când depășește anumite valori, generează formarea ateroamelor, care sunt depozite de

colesterol în interiorul vaselor de sânge; vasele își pierd elasticitatea, ceea ce duce la tulburări circulatorii. Este denumit „colesterol rău”;

- fracțiunea HDL (high density lipoprotein) are un rol protector vascular prin aceea că transportă colesterolul din pereții arteriali și țesuturi spre ficat, împiedicând depozitarea excesivă a colesterolului pe pereții interni ai vaselor sanguine. Este denumit „colesterol bun”.

Colesterolul este o substanță care îndeplinește în organism roluri multiple, motiv pentru care prezența sa este indispensabilă bunei desfășurări a ciclurilor biologice. Pornind de la colesterol ca precursor se sintetizează în organism hormonii sexuali și corticosuprarenali, vitamina D₃, acizii biliari, prin intermediul cărora colesterolul modelează funcțiile organismului, permițându-i să se adapteze mai bine mediului ambiant.

După îndeplinirea rolurilor sale în organism, colesterolul este îndepărtat în mică măsură ca atare și în mare parte sub formă de acizi biliari care au rol esențial în procesul de digestie a grăsimilor.

Din cantitatea de 1-2 g colesterol, cât se elimină zilnic prin intestin, numai 0,5 g sunt îndepărtate prin fecale, restul fiind reabsorbit de mucoasa intestinală și trecut în circuitul general al organismului.

Faptul că organismul își reglează în permanență cantitatea de colesterol disponibilă arată că acesta este util și prezența sa în anumite limite este indispensabilă activităților fiziologice, a păstrării echilibrului biologic a organismului, fiind un factor esențial de influențare a stării de sănătate.

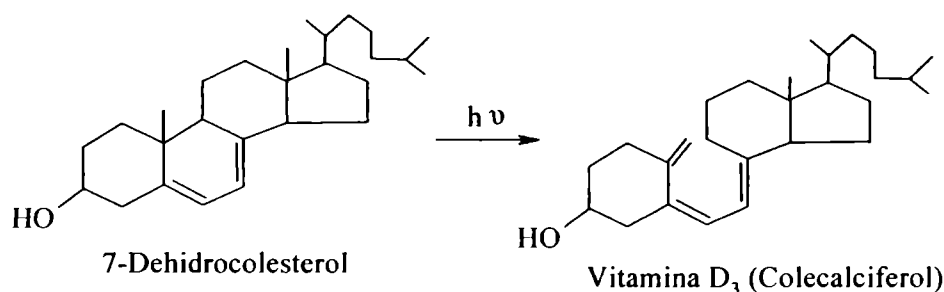
Din aceste motive este greșit de a se asocia colesterolul doar cu serioase maladii legate de degenerarea vasculară, ateroscleroză, hipertensiune arterială, accidente vasculare, infarct, îmbătrânire precoce etc. Numai atunci când se depășesc cu mult valorile optime ale colesterolului din sânge se impune intervenția terapeutică folosind medicamente naturale și/sau de sinteză.

Derivatul său, 7-dehidrocolesterolul constituie provitamina D₃ și se găsește în epidermă. Prin expunere la soare, în pielea, blana sau penele animalelor respectiv păsărilor, acesta se transformă în colecalciferol (vitamina D₃).

De altfel, sub acțiunea radiațiilor UV, în aceleași condiții, sterolii cu rol de provitamine D vor suferi aceleași transformări fotochimice la nivelul ciclului B cu formarea vitaminelor D corespunzătoare (izomerizare fotochimică).

Vitaminele D numite și calciferoli sau vitamine antirahitice, alcătuiesc un grup de substanțe derivate de la steroli, având structuri asemănătoare cu aceștia. Pentru a putea juca rol de vitamină D, un compus steric trebuie să conțină în structură obligatoriu două duble legături conjugate în

pozițiile C₅-C₆, C₇-C₈, o grupă hidroxil la C₃, doi radicali metil angulari (C₁₈, C₁₉) și catena caracteristică R la C₁₇.



Sursele bogate în provitamine D, de natură vegetală sau animală sunt numeroase, remarcându-se spanacul, mazărea, ovăzul, drojdia de bere, uleiul vegetal, midiile, stridiile, grăsimea de pasăre și pielea.

Ergosterolul se găsește în drojdia de bere (cca. 25%) de unde se izolează industrial. Este provitamina D₂, deoarece prin iradiere se transformă în vitamina D₂ (ergocalciferolul). Vitamina D₂ are configurație *cis* la ambele legături duble, dar prezintă rotație relativ liberă în jurul legăturii C₆-C₇ putând exista sub forma a doi stereoizomeri conformaționali: *cisoid* și *transoid*. Cu ajutorul razelor X s-a stabilit că în stare solidă este caracteristică forma *transoidă*, iar în soluție apar în echilibru ambele forme. Reacțiile sunt prezentate în figura 2.2.

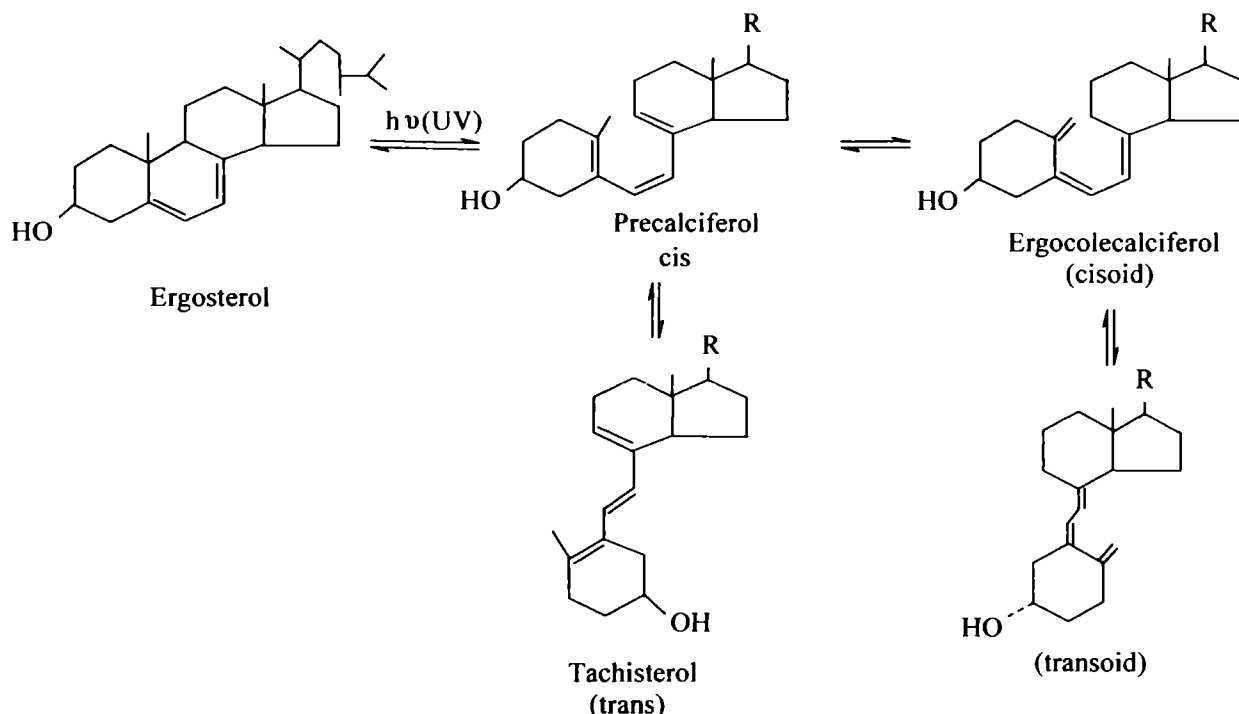
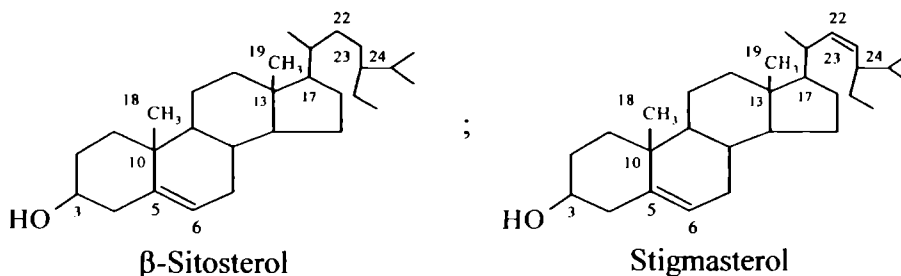


Figura 2.2. Formarea fotochimică a ergocalciferolului (vitamina D₂)

β-Sitosterolul (cincholul) este cel mai răspândit fitosterol; se găsește în plante, în germenii cerealelor, în boabe de fasole, arahide etc. Este principalul sterol din uleiul gras al semințelor de bumbac. Apare liber sau glicozidat, însoțit de izomerii săi α- și γ-sitosterol și de stigmasterol.

β -Sitosterolul are aceeași geometrie moleculară ca și colesterolul, cu excepția catenei laterale de la C₁₇ unde la C₂₄ are ca substituent radicalul $-\text{CH}_2 - \text{CH}_3$.



Partea glucidică din fitosteroline este reprezentată de D-glucoză și mai rar de acidul D-glucuronic. De exemplu, 3-O- β -glucozida β -sitosterolului sau daucosterina, care a primit această denumire pentru că a fost izolată prima dată din *Daucus carota* L. (morcov); compusul a fost pus în evidență și în făina de arahide, pericarpul citricelor și în alte specii.

Agliconul acestor heterozide poate fi pus în libertate prin alcooliză acidă.

Stigmasterolul este larg răspândit în diferite plante. Se găsește liber sau glicozidat (boabele plantei *Soya hispida*- soia, de exemplu, sunt bogate în 3-O- β -glucozida acestui sterol, 15-25 %).

Proprietăți fizice

Fitosterolii sunt substanțe solide, cristalizate, lipofile.

Au puncte de topire nete. Sunt optic active, fiind în general levogire.

Sunt solubile în solvenți nepolari (benzen, eter de petrol, eter etilic ș.a.), în alcool (ca atare) și insolubile în apă.

Fitosterolinele sunt substanțe solide, cristalizate, solubile în alcool (ca atare sau diluat), în apă și în piridină.

Proprietăți chimice

Prin alcooliza acidă este pus în libertate agliconul acestor heterozide.

Agliconii se esterifică ușor, prin simpla tratare a acestora cu anhidridă acetică (fierbere) se obțin esterii acetici respectivi. Aceștia se hidrolizează ușor.

Compușii care prezintă duble legături pot adăuna hidrogen și halogeni.

Cu digitonina (saponină sterolică) dau un precipitat cu compoziția 1:1, greu solubil, care le permite separarea.

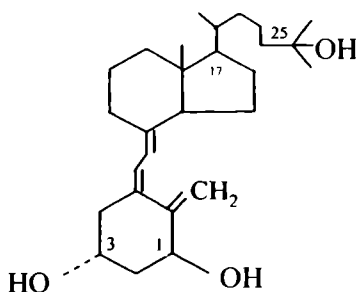
Dau o serie de reacții de culoare, care servesc la identificarea lor. De exemplu, cu H_2SO_4 conc. dau o colorație roșie (reacția Salkowski). Este bine-cunoscută gama de nuanțe pe care colesterolul (și alți steroli) o dă cu anhidrida acetică și H_2SO_4 conc., de la roșu-violet la albastru și apoi la verde (reacția Liebermann-Burchard). Această reacție servește la determinarea cantitativă a colesterolului.

Proprietăți terapeutice

Unii steroli sunt precursori ai vitaminelor D: 7-dehidrocolesterolul pentru vitamina D₃ și ergosterolul pentru vitamina D₂.

Vitaminele D sunt vitaminele antirahitice: intervin în metabolismul ionilor Ca²⁺ și PO₄³⁻ în sistemul osos. Favorizează depunerea acestor ioni în oase (osteogeneza) și mențin raportul Ca²⁺/PO₄³⁻ în limite fiziologic normale în sânge.

Dintre acestea, ergocalciferolul și colecalciferolul au cea mai pronunțată activitate biologică. Ei nu sunt activi ca atare, ci sub forma unor derivați, dintre care cei mai activi și importanți din punct de vedere biologic sunt cei hidroxilați: 25-hidroxicolecalciferolul, 24,25-dihidroxicolecalciferolul. Acești derivați se formează prin hidroxilări ulterioare depozității, în ficat.



1α, 25-Dihidroxicolecalciferolul

De exemplu, forma activă a colecalciferolului o reprezintă în principal 1α, 25-dihidroxicolecalciferolul, care se formează în organism (biosinteza sa se definitivează în rinichi, devine circulant saanguin legat de proteine transportoare până la intestinul subțire, unde acționează ca un hormon și intervine în absorbția calciului).

β-Sitosterolul și ceilalți sitosteroli au acțiune hipocolesterolemiantă.

Fitosterolii îndeplinesc un rol hormonal, prin oestronă și oestriol. Stigmasterolul este precursor în sinteza progesteronei (stigmasteril acetatul a fost primul sterol folosit în semisinteza hormonului).

Heterozidele sterolilor izolate din semințele plantei *Cucurbita pepo* L. (bostan), se numesc cucurbitacine și au acțiune antiinflamatoare în hipertrofia de prostată, antihelmintică și antitumorală.

2.3.1.7.2. Heterozide cardiotonice (digitalice)

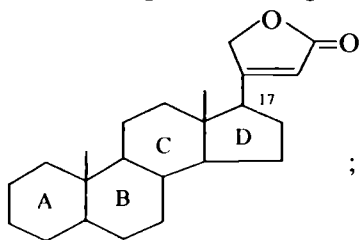
Heterozidele cardiotonice sau digitalice sunt glicozide ale unor lactone sterolice nesaturate, folosite ca și medicamente în tratamentul insuficienței cardiace; supradozarea produce moartea prin oprirea inimii.

Structură chimică și clasificare

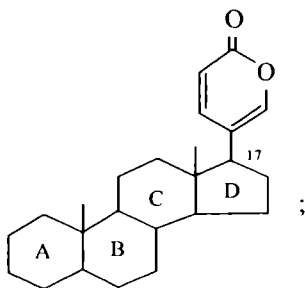
Agliconii numiți și genine sau genoli se împart după structura chimică lactonică la C₁₇ și după numărul atomilor inelului lactonic în:

- cardenolide, având inel γ-lactonic α-nesaturat alcătuit din 23 atomi de carbon;
- bufadienolide, cu inel δ-lactonic dublu nesaturat și 24 atomi de carbon,
- withanolide, formate din inel δ-lactonic cu 28 atomi de carbon.

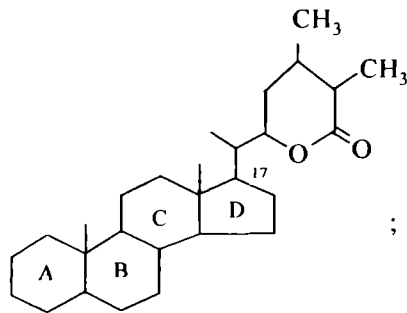
Structurile generale ale geninelor sunt următoarele:



Cardenolide



Bufadienolide



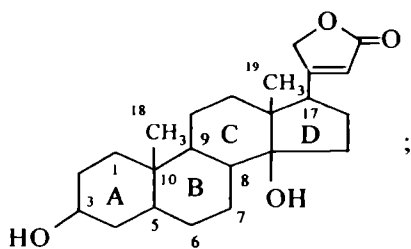
Withanolide

În timp ce în structurile agliconilor cardenolidici și bufadienolidici inelele A/B, B/C și C/D sunt legate cis-trans-cis, la geninele withanolidice inelele se află legate în cis-trans-trans.

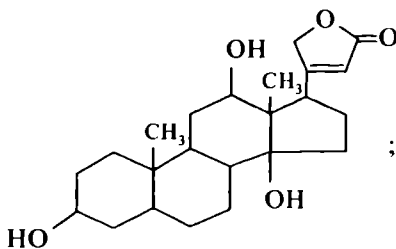
Partea glucidică este legată în general de grupa -OH de la C₃ și este reprezentată de oze comune (α - sau β - glucopiranoze), care uneori au grupe -OH acetilate, sau de oze specifice heterozidelor cardiotonice, precum: D-digitoxoza; D-cimaroza; L-oleandroza; L-ramnoza; D-fucoza.

Totodată, partea glucidică poate fi reprezentată de o singură glucidă, de două, de trei sau de patru molecule. În cazul în care sunt mai multe oze, acestea pot fi aceleași sau diferite. Poziția terminală este ocupată de obicei de β -D-glucoză.

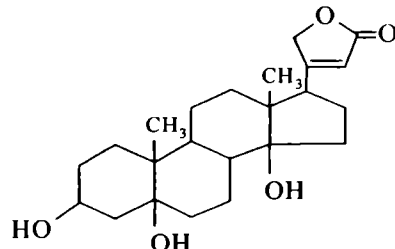
Exemple de genine din clasa cardenolidelor:



Digitoxigenina
(Digitoxigenol)

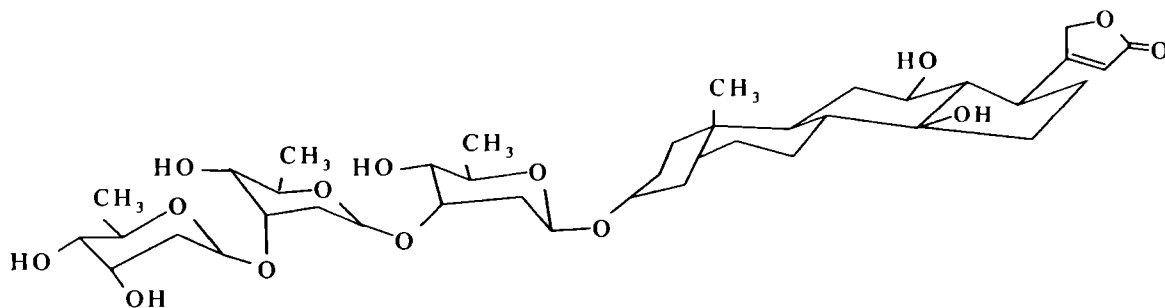


Digoxigenina
(Digoxigenol)



Strofantidina
(Strofantigenol)

Digoxina, utilizată în tratamentul insuficienței cardiace, este heterozida digoxigeninei având ca parte glucidică o trihazaridă format din trei molecule de D-digitoxoză:



Proprietăți fizice

Heterozidele cardiotonice sunt substanțe solide amorse, rar cristalizate.

Sunt incolore și au un gust amar (datorat structurii lactonice nesaturate).

Sunt solubile în apă și alcool (ca atare sau diluat). În solvenți nepolari (eter, cloroform) sunt solubile heterozidele care au o catenă glucidică redusă, iar cele cu glicon mare prezintă solubilitate în dioxan.

Agliconii acestor heterozide sunt substanțe solide cristalizate, incolore și cu gust amar.

Ei sunt solubili în alcool, cloroform, eter, acetat de etil și insolubili în apă.

Sunt optic active, ca și glicozidele lor.

Proprietăți chimice

Reacția de hidroliză a heterozidelor cardiotonice poate avea loc în prezența enzimelor sau în mediu acid. Hidroliza enzimatică are loc treptat, enzimele îndepărtând pe rând câte un rest glicozidic, astfel încât din heterozide primare rezultă heterozide secundare, mai puțin hidrosolubile și cu proprietăți cardiotonice mai slabe. Enzimele prezintă specificitate pentru legăturile glicozidice: α - sau β - (ramnozidaza, digilanidaza etc). Scindarea ultimei legături se face doar în mediu acid.

Pentru a evita hidroliza enzimatică, trebuie ca produsele vegetale din care urmează a se obține glicozide cardiotonice să fie supuse operației de stabilizare imediat după recoltare.

Hidroliza acidă este totală și nespecifică.

Sub acțiunea alcaliilor unele heterozide se dezacetilează. Pot avea loc, de asemeni, deschideri ale ciclului lactonic, cu formare de derivați inactivi.

Heterozidele cardiotonice au proprietăți reducătoare datorită ciclului lactonic nesaturat (reduc soluția Tollens).

Adiția de hidrogen în condiții catalitice duce la saturarea lactonei, rezultând dihidrocardenolide nereducătoare și fără proprietăți cardiotonice.

Surse vegetale

Heterozidele cardiotonice se obțin prin extracție alcoolică din produse vegetale stabilizate imediat după recoltare (și degresate cu hexan sau cu eter de petrol) precum: frunzele speciilor *Digitalis purpurea* L. (degețel roșu), *D. Lanata* Ehrh. (degețel lănos), semințe de strofant (sp. *Strophanthus kombé* Oliver și *S. gratus* (Wall. et Hook.) Franchet), frunzele plantei *Nerium oleander* L. (leandru) etc.

Frunzele de degețel roșu conțin între 0,1 și 0,4% heterozide cardiotonice (digitalice), provenite de la digitoxigenol, gitoxigenol (16-hidroxdigitoxigenol) și gitaloxigenol, heterozide digitanice (digitalonozida, diginozida ș.a.), alături de saponozide steroidice (digitonozida), flavonozide (cu agliconi luteol, apigenol, hesperetol) etc.

Frunzele degețelului lănos conțin cca. 70 de glicozide ale digitoxigenolului, gitoxigenolului și a altor derivați mono- sau dihidroxilați, monoformilați (16-formildigitoxigenol), însumând

0,3–0,7% din conținut.

Bogate în astfel de heterozide sunt și semințele de strofant (6 – 8%), precum și frunzele de leandru (1,5%, majoritară fiind oleandrozida sau 3- α -oleandrozil-16-acetoxi-gitoxigenol).

Acțiuni terapeutice și întrebuințări

Acțiunea terapeutică a heterozidelor cardiotonice este imprimată de agliconi; gliconul influențează activitatea prin favorizarea absorbției și transportului, capacității de pătrundere în celule și fixare pe miocard, modificând toxicitatea agliconului.

Heterozidele cardiotonice acționează asupra fibrelor miocardice stimulând contractilitatea, tonicitatea și excitabilitatea cordului insuficient.

Influențează echilibrul electrolitic: scade transportul extracelular de Na^+ , concomitent cu creșterea excreției de K^+ , diminuează transportul extracelular de Ca^{2+} . Dintre consecințele acestor acțiuni enumerăm: ameliorarea circulației periferice, creșterea irigației renale și a diurezei, creșterea capacității vitale, resorbția edemelor.

Heterozidele cardiotonice acționează și asupra țesutului excitoconducător, scăzând ritmul cardiac. Aceste glicozide pot influența favorabil circulația coronariană (ca urmare a îmbunătățirii activității cardiace). Sunt folosite în insuficiența cardiacă.

Frunzele uscate după recoltare ale plantei *Digitalis purpurea* L. (degețel roșu) au o activitate cardiotoxică de cel puțin 10 U.I./g și constituie materie primă pentru obținerea industrială a digitoxozidei (digitoxină). Se mai folosesc sub formă de pulbere titrată la obținerea de comprimate (ca, de exemplu, „Digitalis” comprimate) sau supozitoare („Nidacil”).

Frunzele speciei *D. Lanata* Ehrh. (degețel lănos) servesc la obținerea industrială a heterozidelor cardiotonice: lanatozidă C și derivatul său dezacetilat, acetildigitoxozidă și digoxozidă. Lanatozidele au partea glucidică formată din două molecule de D-digitoxoză, o moleculă de acetildigitoxoză și una de β -D-glucoză, legată glicozidic la –OH de la C_3 al agliconului. Acești compuși se regăsesc ca substanțe active în numeroase produse farmaceutice, condiționate sub diferite forme: „Lanatozid C”-drajeuri, „Digoxin”-soluție injectabil etc.

Oleandrozida (cardiotonică) este extrasă din frunzele de leandru.

Alegerea cardiotonicului (cu acțiune rapidă, medie sau lentă) se face în funcție de tipul și stadiul cardiopatiei, de funcția renală și de echilibrul electrolitic al bolnavului.

Intoxicații cu specii de *Digitalis* sunt foarte rare la om (au gust amar), dar se întâlnesc la animale atunci când sunt prezente în furaje. Frunzele și semințele leandrului provoacă uneori intoxicații la copii.

2.3.1.8. Saponozide. Saponine

Saponozidele sau saponinele sunt substanțe de natură vegetală (frecvente la angiosperme), mai rar animală, ce apar în natură în stare liberă sau sub formă de glicozizi. Au proprietăți tensioactive (formează cu apa o spumă abundentă și persistentă).

Cele mai multe saponozide au proprietăți hemolizante (distrug celulele roșii ale sângelui) atunci când sunt introduse în sângele unui animal, dar sunt relativ inofensive luate pe cale bucală; sunt iritante pentru piele și mucoase.

În funcție de natura chimică saponozidele **se clasifică** în:

- saponozide steroidice, având agliconi cu 27 atomi de C, cu nucleu sterolic și catenă spirocetalică;
- saponozide triterpenice, având agliconi cu 30 atomi de carbon.

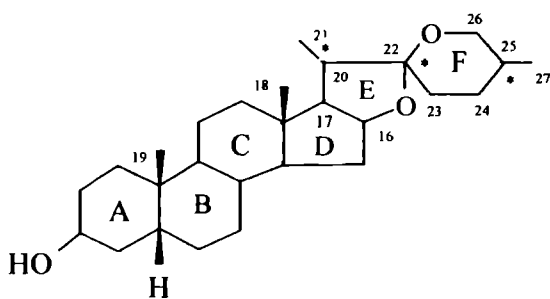
2.3.1.8.1. Saponozide steroidice (neutre)

Sunt derivați ai ciclopentanoperhidrofenantrenului cu o catenă spirocetalică sudată la C₁₆ și C₁₇. Catena spirocetalică este alcătuită din doi heterociclii ce au un atom de carbon comun: un ciclu furanic (E) și un ciclu piranic (F). Scheletul de bază este un sistem hexaciclic denumit spirostan-3-β-ol.

În timp ce ciclurile B/C și C/D sunt în trans, D/E sunt în cis. Ciclurile A/B pot fi în cis (seria normală) sau în trans (seria allo).

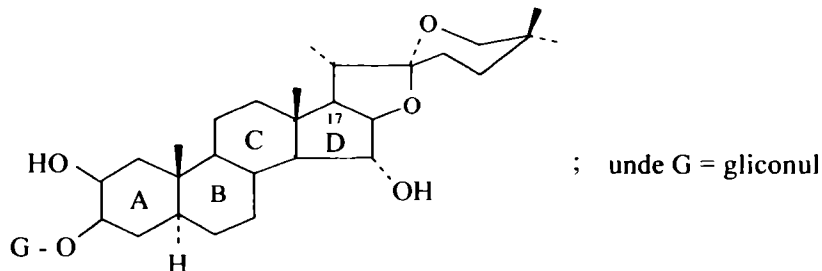
Nucleul de bază este substituit la C₁₀, C₁₃, C₂₀, C₂₅ cu radicali metil, dar și cu grupe –OH sau >C=O.

Catena spirocetalică are 3 atomi de carbon chirali și anume: C₂₀, C₂₂, C₂₅.



În heterozide, hidroxilul de la C₃ (orientat preponderent în β ecuatorial și mai rar în α axial) este glicozidat. Catena glucidică, de obicei ramificată, este formată din 5-10 monoze: hexoze (D-glucoză, D-galactoză, L-ramnoză) și pentoze (D-xiloză, L-arabinoză), caracteristic fiind faptul că pentozele ocupă poziții terminale.

De exemplu, digitonina, care este un compus deosebit de important și de utilizat în determinarea configurației –OH din poziția 3 din sterioide, are glicon pentaglucidic, format din două molecule de D-glucoză, două molecule de D-galactoză și o moleculă de D-xiloză:



Digitonina formează cu sterolii naturali (cei care au grupa $-OH$ de la C_3 în β) compuși moleculari de adiție (1:1) insolubili. Această reacție are valoare analitică mare, deoarece sterolii hidroxilați în poziția 3 cu grupa $-OH$ în α nu dau astfel de compuși. Reacția servește atât la caracterizarea cât și la separarea sterolilor naturali.

Proprietăți fizice

Saponozidele sterolice sunt substanțe amorfе, cu tendință de cristalizare, incolore sau colorate (galbene sau brune), higroscopice.

Sunt solubile în apă, alcool diluat și metanol, greu solubile în etanol absolut și acetonă și insolubile în solvenți nepolari.

Cu apa formează soluții coloidale și spumează (proprietăți detergente).

Agliconii (numiți sapogenoli sau sapogenine) sunt substanțe cristalizate, rar amorfе, incolore sau gălbui. Spre deosebire de heterozidele lor, agliconii sunt insolubili în apă și în alcool diluat, dar sunt solubile în alcool absolut și în solvenți nepolari.

Atât heterozidele cât și agliconii sunt substanțe optic active.

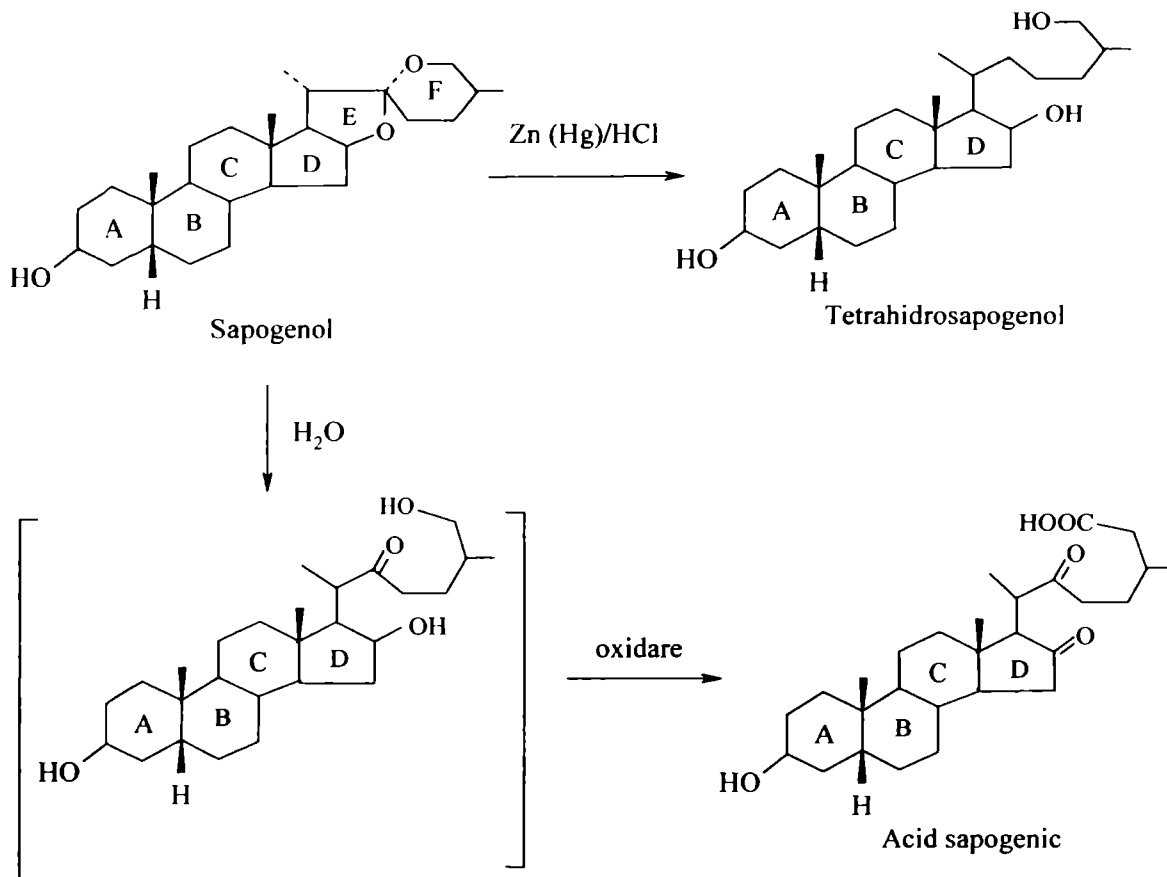
Proprietăți chimice

Heterozidele steroidice hidrolizează:

- enzimatic, treptat, cu formare de heterozide secundare (prosapogenoli) și oze (întâi hexozele, apoi pentozele) sau
- în mediu acid (H_2SO_4 2N sau HCl 2N), total și nespecific.

Sapogenolii pot reacționa cu hidrogenul, fie catalitic (H_2/Se) când se formează 17-metilciclopentanoperhidrofenantren, fie printr-o hidrogenare Clemensen finalizată cu deschiderea catenei spirostanice.

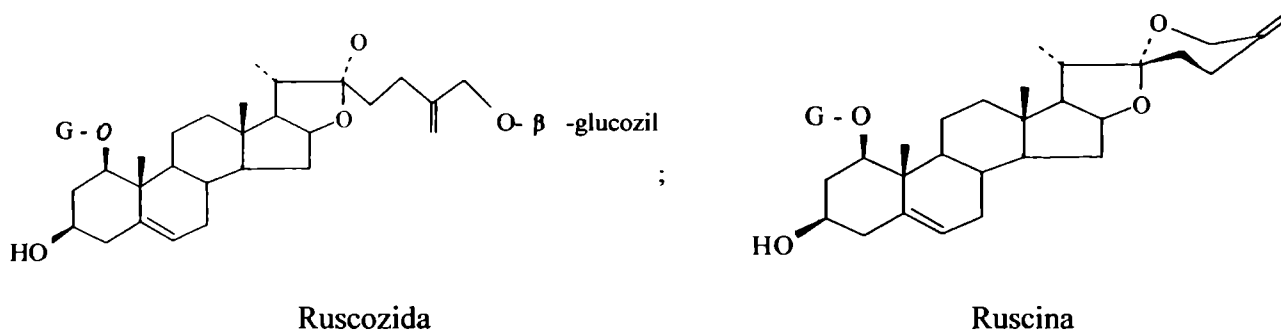
De asemenea, ei pot suferi o deschidere a structurii spirostanice, care urmată de o reacție de oxidare duce la formarea acidului sapogenic:



Surse vegetale

Așa cum am menționat anterior, frunzele speciei *Digitalis purpurea* L. (degețel roșu) conțin, printre alte principii active și saponozide steroidice (digitonozida, gitonozida, tigonozida) în proporție de cca. 1%.

În rizomii (însoțiți de rădăcini) uscați după recoltare obținuți de la *Ruscus aculeatus* L., ghimpe sau iederă spinoasă, acestea ajung până la cca. 6% și sunt reprezentate de ruscozidă, ruscină și derivații lor de hidroliză parțială.



S-a notat cu „G” partea glucidică, reprezentată de o triglucidă.

Bogați în astfel de compuși sunt și rizomii proaspeți ai plantei *Tamus communis* L., untul pământului sau fluierătoare, utilizați în afecțiuni reumatice ca extract alcoolic.

Acțiuni terapeutice și întrebuițări

Saponozidele steroidice prezintă toxicitate crescută (au acțiune hemolizantă), prin urmare nu au aplicații terapeutice.

Pot fi folosiți ca precursori (materie primă) în semisinteza unor hormoni steroidici.

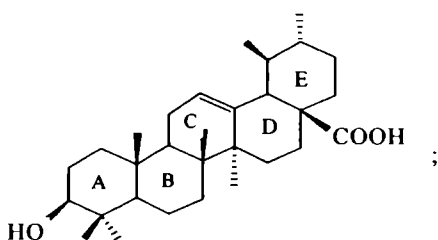
2.3.1.8.2. Saponozide triterpenice (acide)

Saponozidele triterpenice sunt O-heterozide ale unor agliconi de obicei pentaciclici, mai rar tetraciclici și foarte rar triciclici, care conțin 30 atomi de carbon.

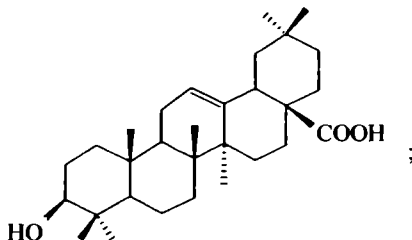
Structură chimică și clasificare

Cele mai multe saponozide cu structură pentaciclică pot fi:

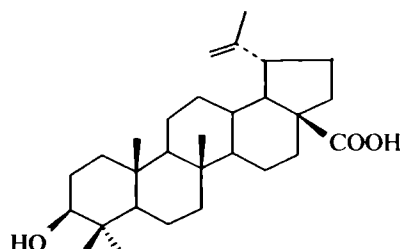
- de tip α -amirenolic (acid ursolic);
- de tip β -amirenolic (acid oleanolic);
- de tip lupeolic (acid betulinic).



Acid ursolic



Acid oleanolic

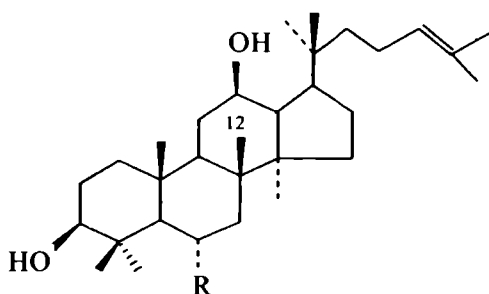


Acid betulinic

Acidul ursolic și acidul oleanolic se doosebesc prin dispoziția celor două grupe metil din ciclul E.

În ceea ce privește configurația compușilor, nucleele A/B pot fi în cis sau în trans, nucleele B/C și C/D sunt în trans, iar D/E – în cis.

Un alt tip de saponozide triterpenice, cu structură tetraciclică sunt cele damaranice, întâlnite la ginsenozidele din rădăcinile de *Panax ginseng* C.A. Meyer; sunt heterozide ale protopanaxadiolului sau ale protopanaxatriolului.



Aglicon	R
Protopanaxadiol	H;
Protopanaxatriol	- OH

Partea glucidică a acestor heterozide este formată în general din 6–10 monoze, reprezentate în special de hexoze și pentoze și uneori de acizi uronici.

Proprietăți fizice

Proprietățile fizice ale saponozidelor triterpenice sunt asemănătoare cu cele ale saponozidelor steroidice.

Astfel, ele sunt substanțe solide, cu puncte de topire ridicate (200-300 °C), cel mai adesea cu descompunere. Sunt solubile în apă, solubilitatea poate fi mărită prin alcalinizare (grupele –COOH formează săruri, mai solubile).

Sunt substanțe optic active.

Proprietăți chimice

Saponozidele acide hidrolizează enzimatic dar mai ușor ca cele steroidice, cu formare de heterozide secundare: la început se scindează hexozele, apoi pentozele și în final acizii uronici.

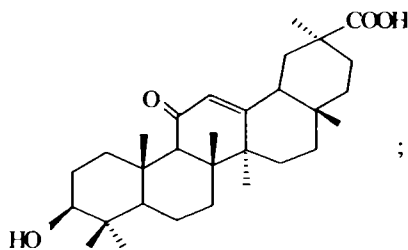
Hidroliza acidă este totală, nespecifică, conducând la eliberarea agliconilor și a ozelor constituențe.

Surse vegetale

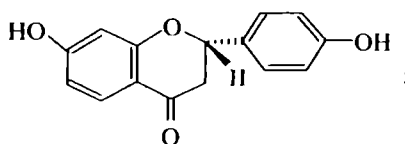
Astfel de compuși se regăsesc în natură la dicotiledonate și mai rar la monocotiledonate.

Câteva exemple de astfel de plante sunt:

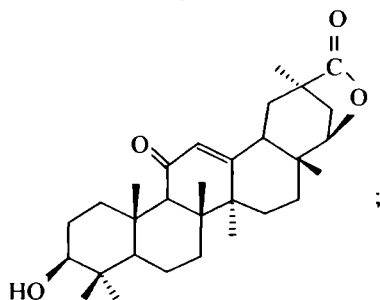
- *Glycyrrhiza glabra* L. var. *glabra* și *Glycyrrhiza glabra* L. var. *glandulifera* (W. Et K.) Regel et Herder, licviriță, lemn dulce, de la care se folosesc rădăcina, rizomul și stolonii eventual curățați de suber și care conțin între 2 și 12% saponozide triterpenice, dintre care componentul principal este glicirizina (acidul glicirizic), aflat în proporție de 3-5%. S-au mai pus în evidență: acidul liquiritic (epimer C₂₀ al acidului gliciretic), acidul glabric, acidul 24-hidroxicliquiritic, gliciretaldehida, gliciretolul ș.a.
- florile recoltate de la *Calendula officinalis* L., gălbenele sau filimică, conțin mono- și bidesmozide ale acidului oleanolic (numite calendulozide), alcoolii triterpenici (α - și β -aminsterol, calenduladiol, ursadiol etc);
- *Aesculus hippocastanum* L., castan sălbatic sau porcesc, de la care se folosesc semințele (castanele) bogate în saponozide triterpenice de tip β -amirinic (3-10%). Totalul saponozidic este cunoscut sub numele de escină, de fapt un amestec de α - și β -escină, criptoescină A și B, desmozide ale protoescigenolului;
- *Panax ginseng* Meyer, *P. quinquefolium* L. sin. *Aralia quinquefolium* Decsne et Planchon, *P. pseudoginseng* Wall. subsp. *japonicus* Hara sin. *P. japonicus* Meyer, *P. pseudoginseng* Wall. Subsp. *himalaicus* Hara var. *angustifolius*, *P. notoginseng* Burk, ginseng, ale cărei rădăcini conțin printre multe alte substanțe și saponozide (1-3%), reprezentate de cca. 30 de heterozide în majoritate bidesmozide ale protopanaxadiolului și protopanaxatriolului. În particular aceștia sunt denumiți ginsenozide sau panaxozide;



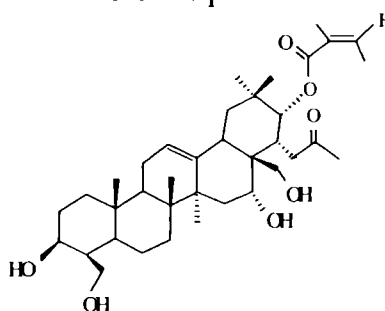
Acid glicirizic



Acid liquiritic



Acid glabric



Protoescigenol

- din rizomii și rădăcinile uscate după recoltare ale speciei *Saponaria officinalis* L., săpunariță, rezultă produsul *Saponariae rubrae radix*, iar din cei ai speciei *Gypsophila paniculata* L., flăorea-miresei, se obține *Saponariae albae radix*. Aceste produse sunt bogate în saponozide triterpenice, atingând chiar 15-20%;
- de la *Betula verrucos* Ehrh. Sin. *B. alba* L., sin. *B. pendula* Roth., *B. lobulata* K., *B. rombifolia* T., *B. major*, mesteacăn, mesteacăn alb, frunzele conțin până la 3% saponozide triterpenice pentaciclice de tip lupeolic (betulinol, acid și aldehydă betulinică, betulinat ș.a.);
- tulpinile speciei *Equisetum arvense* L., coada-calului au aproximativ 5% saponozide, printre care equisetona, heterozidă formată din equisetol, fructoză și arabinoză;
- specia *Primula veris* L. sin. *Primula officinalis* (L.) Hill. Și *Primula elatior* (L.) Grufb., ciuboțica-cucului, ai cărei rizomi și rădăcini conțin 5-10% saponine triterpenice cu acțiune hemolitică.

Rolul fiziologic al saponozidelor acide constă în apărarea organismelor animale de atacul microbian și fungic.

Acțiuni terapeutice și întrebuințări

Saponozidele triterpenice se folosesc în terapie pentru acțiunea lor : expectorantă, diuretică, antiulceroasă, cicatrizantă, citotrofică, vasoprotectoare, adaptagenă, antimicrobiană, antivirală și antimicotică, antiinflamatoare, analgezică. De asemenea, acești compuși sunt citotoxici, imunostimulatori, analgezici.

Saponozidele au capacitatea de a scădea absorbția intestinală a colesterolului și sunt active în dermatite. De asemenea, se folosesc în stafilococii cutanate și la tratarea eczemelor.

Având proprietăți expectorante se folosesc în tratamentul afecțiunilor respiratorii pentru ușurarea expectorației. De reținut *Concentratum Primulae* care intră în formulele ceaiurilor antibronșitic (din rădăcină de ciuboțica cucului) și pectoral (*Primulae flores*) și rădăcina de săpunariță, cu acțiune expectorantă, diuretică și depurativă.

Rădăcina de licviriția și florile de gălbenele sunt recunoscute ca având acțiune cicatrizantă și antiulceroasă. În plus licviriția (și lemnul dulce) are proprietăți imunologice, dar poate preveni și complicațiile diabetului.

Rădăcina de ginseng este numită și „rădăcina vieții” datorită proprietăților sale antihipertensive și stimulente cardiace și este întrebuințată în debilitate fizică și boli de malnutriție, diabet, senilitate precoce, nevroze, eczeme, tegumente iritate, devitalitate, dermatoze, psoriazis, fragilitate vasculară, acnee, boala Beri-beri, în efort fizic și intelectual, în convalescență după boli infecțioase, în stări de stress psihic. Se regăsește în numeroase produse farmaceutice, precum „Ginseng tonic” capsule, „Ginsavit” capsule gelatinoase de *Ginseng* și vitamine ș.a.

Prezența escinei face ca semințele castanului porcesc să fie folosite în insuficiență venolimfatică, (trombo)flebite, sindrom Raynaud, fragilitate capilară (echimoze), varice, hemoroizi ș.a. Se utilizează fie sub formă de tincturi, fie încorporate în unguente sau în supozitoare. De exemplu produsul „Variterp” unguent conține *Hippocastani extractum*, alături de *Hamamelidis extractum* și rutozid și este folosit pentru combaterea varicelor.

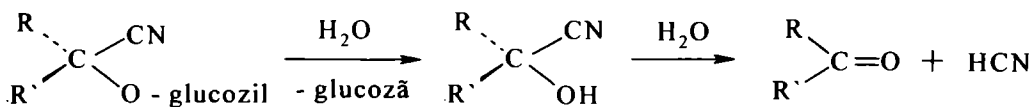
Unele produse vegetale cu saponine (ca de exemplu *Saponaria officinalis* L.) au proprietăți tensioactive și se folosesc și în cosmetologie.

Din *Saponaria albae radix* se obține *Saponinum album*, saponina standard.

În doze mari saponinele triterpenice (și implicit produsele vegetale care le conțin) sunt emetice și pot determina fenomene toxice, iar asupra epiteliilor au acțiune iritantă. Este strict interzisă administrarea intravenoasă deoarece saponinele provoacă hemoliză și în cele din urmă decesul.

2.3.1.9. Heterozide cianogene (cianogenetice)

Heterozidele cianogene sau cianogenetice sunt 2- hidroxi-nitrili-O-glicozidați.



Prin hidroliză enzimatică aceste heterozide eliberează acidul cianhidric, un compus carbonilic (aldehidă sau cetonă) și una sau mai multe monoze (care reprezintă partea glucidică a heterozidelor respective).

Sunt răspândite în lumea vegetală la ferigi, gimno- și angiosperme (aproximativ 2.000 de specii de plante), unde sunt elaborate în toate organele. Deoarece enzimele care acționează asupra

heterozidelor cianogene se găsesc în citoplasmă, ele pot acționa asupra heterozidelor cianogene doar în momentul dezintegrării celulare sau în infecții fungice.

Structură chimică și clasificare

Clasificarea glicozidelor cianogene se face în funcție de aminoacidul care este precursorul biosintetic, respectiv radicalii ce intră în structura cianhidrinei.

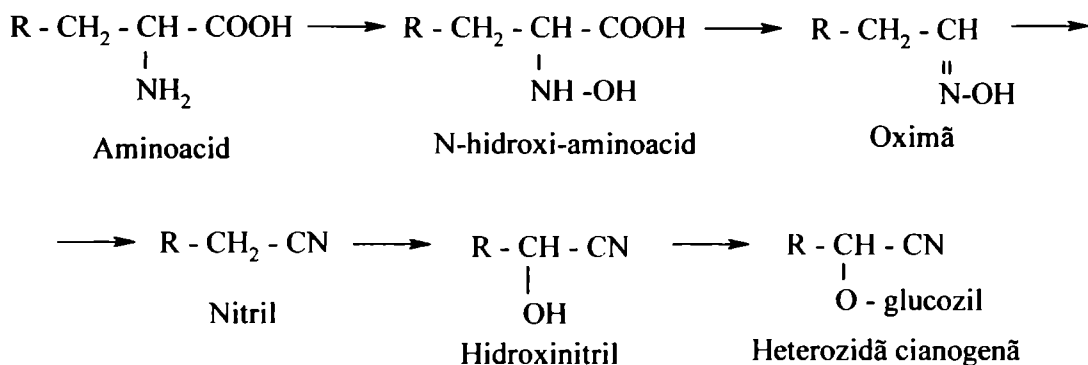
Astfel, ele se împart în:

- heterozide cu radical aromatic ($R = H$, $R' = \text{aryl}$), provenind de la fenilalanină sau tirozină;
- heterozide cu radicali alifatici provenind de la leucină, izoleucină, valină;
- heterozide cu radicali alifatici nesaturați;
- heterozide cu radical ciclic nesaturat proveniți din metabolizarea L-2-ciclopenten-1-glicinei.

Partea glucidică este aproape întotdeauna reprezentată de una sau două molecule de β -D-glucopiranoză și se leagă în majoritatea cazurilor la hidroxinitril (cianhidrină).

Heterozidele cianogenetice pot prezenta izomerie optică și interesant este că fiecare stereoisomer se găsește în plante diferite; racemicii se întâlnesc mai rar în una și aceeași plantă.

Biosinteza este realizată în prezența unor complexe polienzimactice, urmând etapele:



Proprietăți fizice

Heterozidele cianogene sunt substanțe solide, cristalizate, incolore.

Sunt solubile în apă și acetat de etil, puțin solubile în etanol și insolubile în solvenți nepolari.

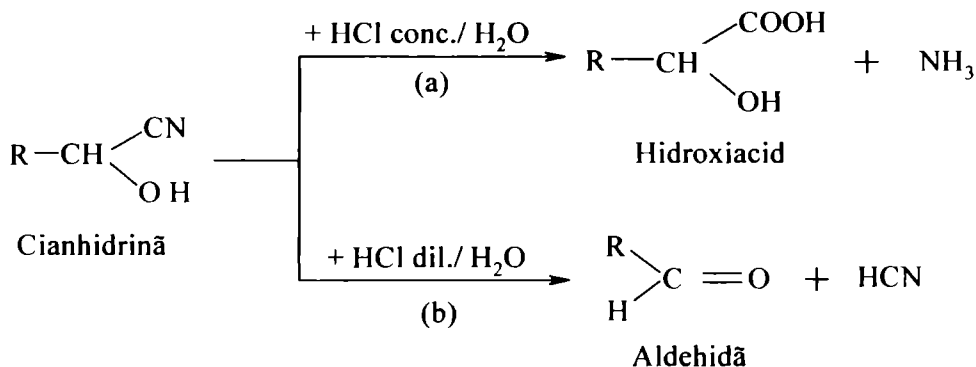
În general, sunt optic active.

Proprietăți chimice

După cum s-a arătat, heterozidele cianogene suferă reacția de hidroliză enzimatică, în urma căreia rezultă elementele constitutive: acidul cianhidric, un compus carbonilic și partea glucidică.

Enzima care catalizează scindarea hidrolitică se numește emulsină și este o β -glucozidază.

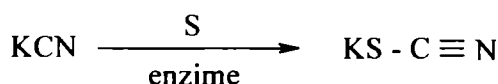
Această scindare poate avea loc și în mediu acid, fie în prezența HCl diluat când se eliberează HCN (b), fie a HCl conc., când rezultă hidroxiacidul corespunzător și amoniac (a).



Reacția de hidroliză acidă are loc și în stomac, sub acțiunea acidului clorhidric din suc gastric conform reacției (b) și în funcție de cantitatea de HCN eliberată putem stabili gradul de toxicitate al heterozidei cianogene degradată.

Toxicitatea heterozidelor cianogene se datorează HCN eliberat care împiedică oxigenul molecular să ajungă la celule, producând modificări ale ritmului respirator, dureri de cap, vertij, ebrietate, cianoză, comă, moarte (prin depresie respiratorie). **HCN este un toxic violent** care se absoarbe pe cale orală: doza letală este de 0,5-3,5 mg/Kg corp.

Organismul are capacitatea de a se detoxifia de cianuri transformându-le în tiocianați (rodanuri) care sunt de cca. 200 de ori mai puțin toxici decât cianurile și care sunt eliminați pe cale urinară (30-60 mg/h):

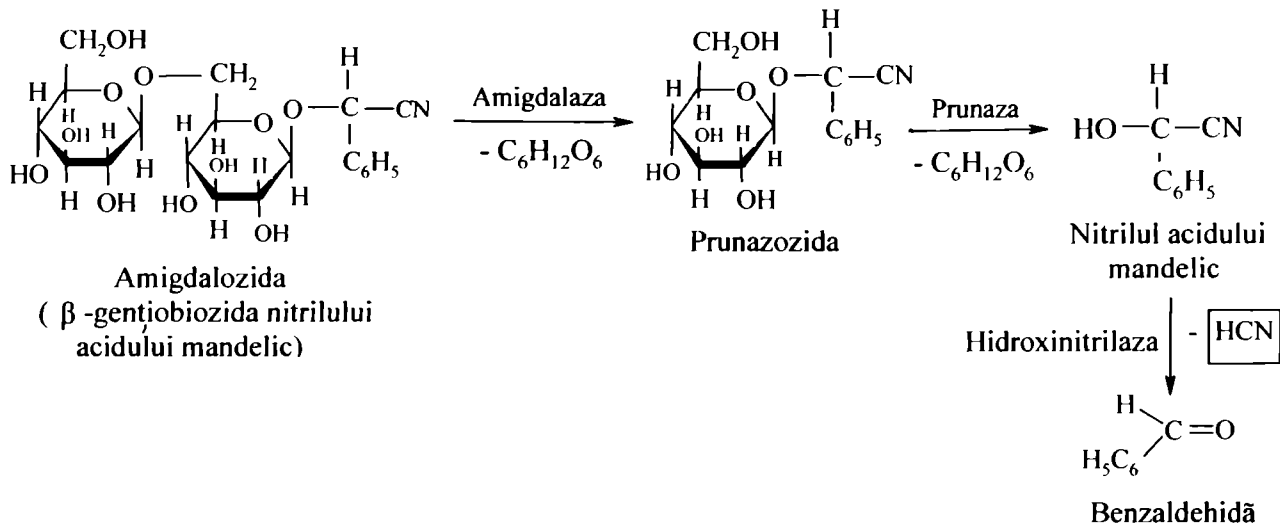


Biocatalizatorul acestei reacții este enzima tiosulfat-sulf-transferaza.

Surse vegetale

Florile desprinse din inflorescențe recoltate de la *Sambucus nigra* L., soc, sunt bogate în heterozide cianogene, ca și frunzele de *Prunus laurocerasus* L., laur (majoritar fiind compusul prunazozidă, al cărei conținut poate atinge până la 5% în frunzele tinere), sau migdalele.

Cotiledoanele semințelor speciei *Prunus amygdalus* Link., var. *dulcis* sin. *Prunus dulcis* (Miller) D.A. Focke sin. *Prunus dulcis* (Miller) D.A. Webb var. *amara* (D.C.) Buchheim sin. *Amygdalus communis* L., migdal, conțin 3-5% heterozide cianogene, printre care amigdalozida, care în prezența emulsinei se scindează în HCN, benzaldehidă și două molecule de D-glucoză. În prezența amigdalazei (extrasă din ciuperci) heterozida eliberează mai întâi o monoglucozidă (prunazozidă) și o moleculă de glucoză, apoi din prunazozidă se formează nitrilul mandelic din care, în final, rezultă benzaldehida, sub acțiunea hidroxinitrilazei:



Acțiuni terapeutice și întrebuințări

Având acțiune antitusivă și expectorantă, produsele vegetale cu heterozide cianogene se pot folosi în afecțiuni bronho-pulmonare. De exemplu, florile de soc se regăsesc în formulele unor ceaiuri medicinale cu acțiune expectorantă și antitusivă.

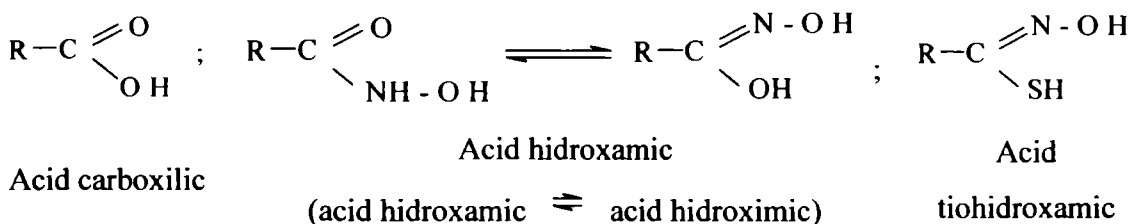
2.3.1.10. Tioheterozide. Glucosinolate

Tioheterozidele sau glucosinolatele sunt heterozide anionice sau oxime sulfatate heterozidice, la care partea glucidică este legată de aglicon prin intermediul unui atom de sulf (de unde și denumirea lor).

Prin hidroliză enzimatică (mirozinază), la pH aproape neutru degajă compuși cu miros caracteristic (de hrean, de muștar).

Structură chimică

Agliconul tioheterozidelor este reprezentat de esterul sulfuric al acidului metantiohidroxamic C-substituit(cu un aril sau alchil nesaturat). Cationul este cel mai adesea ionul K^+ , dar există și heterozide unde cationul este o sare de amoniu cuaternară.



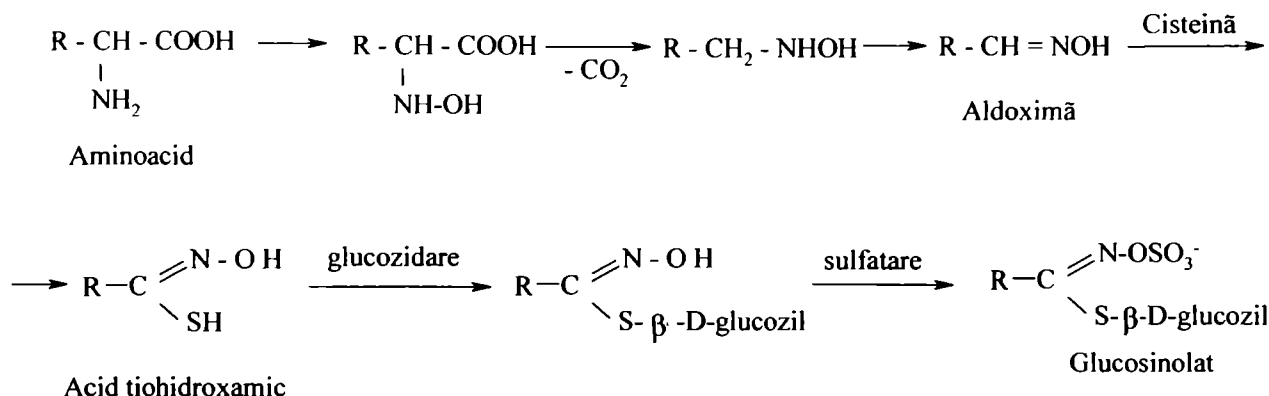
Partea glucidică este întotdeauna glucoza, de aceea **denumirea** acestor glucozide era formată din prefixul „gluco” la care se adăuga fie numele genului, fie al speciei din care au fost izolate, sau al ambelor, urmat de sufixul „ină”, ulterior preschimbat în „ozidă”. De exemplu tioheterozida extrasă din *Brassica oleracea* L. var. *capitata*, varza cu căpățână, a primit denumirea de glucobrasicină (glucobrasicozidă). Acestea sunt denumiri mai vechi.

În prezent nomenclatura tioheterozidelor este alcătuită din numele radicalului și termenul generic „glucosinolat”. De exemplu glucobrasicozida se denumește 3-indol-metil-glucosinolat (v. structura mai departe).

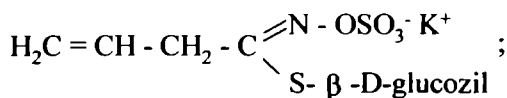
Biosinteză

Glucosinolatele provin din diferiți aminoacizi cu radical: aril (din fenilalanină, tirozină), indolic (din triptofan), alchilic (din metionină).

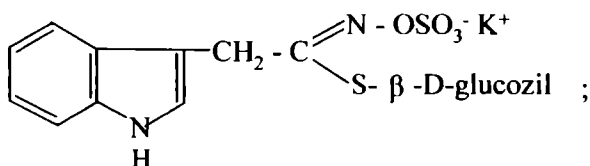
Căile metabolice prin care dintr-un aminoacid se obține un glucosinolat sunt următoarele:



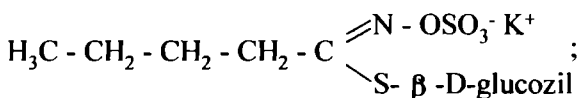
Structurile câtorva **reprezentanți** ai acestor heterozide sunt următoarele:



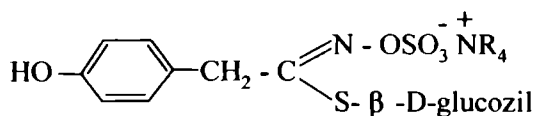
Sinigrozida (alil glucosinolat)



Glucobrasicina sau glucobrasicozida
(3-indolil-metil-glucosinolat)



Glucocochlearozida (butil glucosinolat)



Sinalbozida (p-hidroxibenzil glucosinolat)

Proprietăți fizice

Tioheterozidele sunt substanțe solide, solubile în apă.

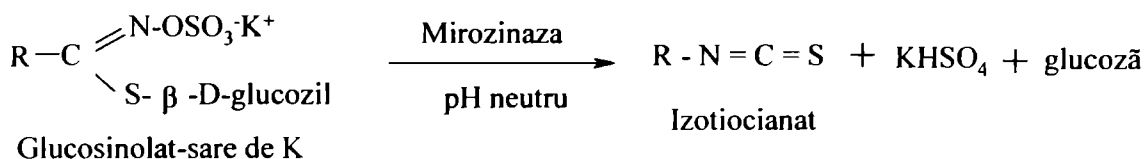
Sunt optic active.

Proprietăți chimice

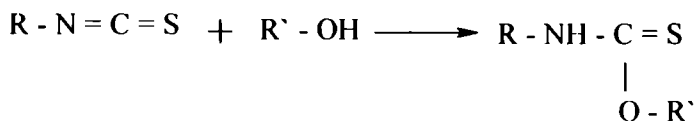
Acești compuși sunt labili; ei hidrolizează ușor eliberând compuși lipofili, funcție de pH.

Astfel, la pH neutru, în prezența mirozinazei (care este prezentă în toate plantele ce biosintetizează glucosinolate) și în urma unor rearanjări intramoleculare, tioheterozidele se scindează cu formarea izotiocianților (senevolilor).

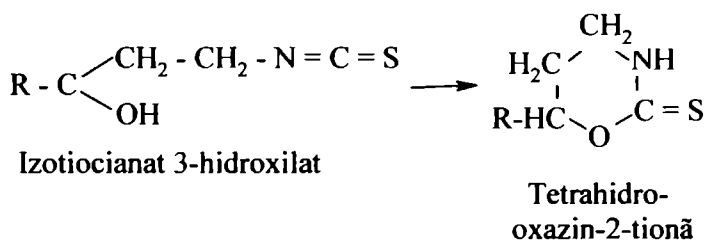
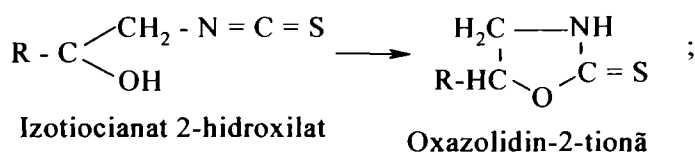
Reacția generală de formare a izotiocianaților este:



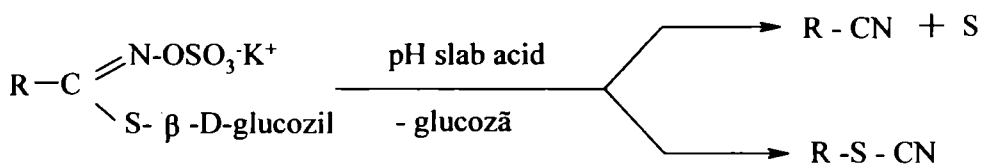
Senevolii reacționează cu alcoolii formând tiocarbamați:



În cazul senevolilor 2- sau 3- hidroxilați are loc o reacție intramoleculară, în urma căreia rezultă compuși heterociclici, ca de exemplu:



La pH ușor acid (în prezența Fe^{2+}), în urma unei transpoziții, tioheterozidele dau naștere fie nitrililor, fie tiocianaților:



Surse vegetale

Tioheterozidele sunt specifice familiilor: *Brassicaceae*, *Capparidaceae*, *Moringaceae*, *Resedaceae* ș.a.

Multe dintre aceste plante sunt folosite pe scară largă în alimentație. De exemplu: semințele de *Brassica nigra* (L.) Koch sin. *Sinapis nigra* L., muștar negru (cu 1-3% glucosinolate, dintre care predomină sinigrozida) și cele ale speciei *Sinapis alba* L., muștar alb (conținând cca. 2,5% sinalbozidă); *Raphanus sativus* L. var. *niger* (Mill.) Kerner, ridichea neagră, (componentul principal este glucobrasicozida); frunzele proaspete de *Armoracia rusticana* (Lam.) G.M.Sch. sin. *Armoracia lapathifolia* Usteri, sin. *Cochlearia armoracia* L., hrean (unde predomină glucocochlearozidă).

Acțiuni terapeutice și întrebuințări

Tioheterozidele acționează prin senevolii eliberați prin hidroliză, care irită pielea și mucoasele, iar în doze mari devin chiar vezicanți. Dar ei au acțiune antibiotică față de unele bacterii gram pozitive și gram negative, antimicotică, imunostimulatoare, citostatică. Cercetările au demonstrat că sunt și hipocolesterolemianți.

Glucosinolatele provenite pe cale exogenă asigură protecție împotriva substanțelor cancerigene la nivelul colonului.

Se întrebuințează în general în tratamentul artrozelor și al virozelor respiratorii, dar și al bolilor de nutriție și anorexii (semințele de muștar alb).

Sucul care se obține prin ținerea la temperatura camerei a ridichiilor negre umplute cu zahăr este în esență un extract bogat în glucosinolate și poate fi folosit după caz: ca atare sau în aplicații locale, în afecțiuni bronhice, „migrene hepatice”, arsuri solare, eriteme fesiere ș.a.

La administrarea și consumul exagerat sau pe perioadă îndelungată al alimentelor bogate în tioheterozide trebuie avut în vedere faptul că la om și animale tiocianații eliberați hidrolitic din glucosinolate captează iodurile, împiedicând fixarea lor de hormoni tiroidieni, ceea ce duce la hipotiroidism.

Tot prin hidroliză (enzimatică) rezultă nitrilii, care în cazul administrării prelungite, în mediu acid și în prezența ionilor Fe^{2+} determină hipertrofie hepatică, fibroza hepatocitelor.

Dacă sunt inhalați în cantități mari acești compuși pot declanșa bronșite, pneumonii și edeme pulmonare.

2.4. Alcaloizi (principii active azotate)

Alcaloizii sau principiile active azotate sunt substanțe organice cu azot în moleculă care au structură chimică variată. În general, la baza formării lor stau aminoacizii care sunt de asemeni produși ai metabolismului celulei vegetale. Dintre principiile azotate specifice metabolismului vegetal, alcaloizii prezintă cea mai mare importanță pentru terapeutică.

Cercetările efectuate asupra compoziției chimice a plantelor medicinale au dus la izolarea unui mare număr de compuși azotați: proteine, amine, amide, vitamine, antibiotice, etc., înzestrate cu proprietăți farmacodinamice care însă nu sunt incluse în clasa alcaloizilor. Cu toate că denumirea de alcaloid nu corespunde clasificării actuale a substanțelor organice, bazată pe teoria structurii, ea este menținută convențional (ca și denumirile de vitamină și tanin) deoarece cuprinde un număr mare de principii active. În prezent se admite o clasificare a principiilor active azotate în trei grupe (pe baza biogenezei acestora):

- alcaloizii propriu-ziși, în care sunt cuprinse substanțele naturale având atomul de azot într-un heterociclu;

- protoalcaloizii sau aminele biogene care sunt substanțe de origine vegetală dar au atomul de azot în afara unui heterociclu (provin prin decarboxilarea amino-acizilor); au proprietăți asemănătoare alcaloizilor;
- pseudoalcaloizii sau aminele nealcaloidice se caracterizează prin evidente asemănări structurale cu alte clase de compuși naturali de origine vegetală (exemplu: terpene, steroide) având în plus un atom de azot și posedând proprietăți biologice importante.

Alcaloizii. Sub acest nume sunt cuprinse substanțele organice heterociclice azotate, cu caracter bazic, de origine vegetală, având structură chimică complexă, variată și cu o largă utilizare în terapeutică.

Începutul chimiei alcaloizilor este legat de izolarea morfinei – principalul alcaloid din opiu – în 1806 de către Sertürner care arată și caracterul bazic al acesteia.

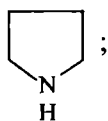
Denumirea de alcaloid (arab. *al kaly* = sodă, alcalin; gr. *eidos* = aspect, asemănător) i se datorează farmacistului Meissner (1818), timp în care singura substanță cunoscută cu caracter bazic era amoniacul.

Ca și alte principii active, alcaloizii sunt produși ai metabolismului secundar, care se găsesc în ~ 10% din plantele superioare, multe dintre ele fiind folosite încă din antichitate, în scopuri curative sau toxice.

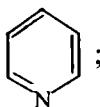
Clasificare

În prezent se cunosc peste 5.000 de alcaloizi și problema clasificării lor rămâne deschisă; s-au propus diferite variante de clasificare care însă nu au primit acceptul unanim al comunității oamenilor de știință; cel mai des se folosește clasificarea pe baza sistemului heterociclic conținut sau a amino-acidului precursor.

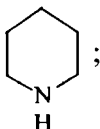
Pe baza sistemului heterociclic conținut, alcaloizii pot deriva de la următoarele nuclee:



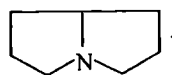
Pirolidină



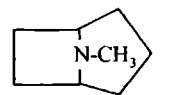
Piridină



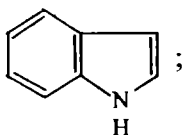
Piperidină



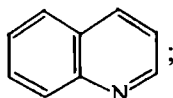
Pirolizidină



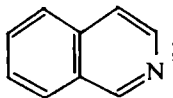
Tropan



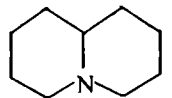
Indol



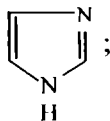
Chinolină



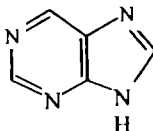
Izochinolină



Chinolizidină

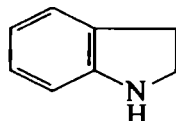
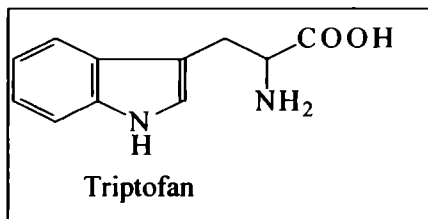
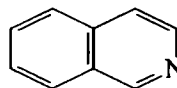
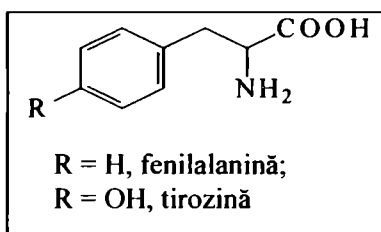
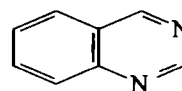
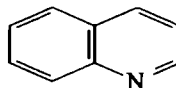
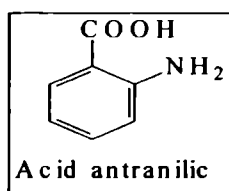
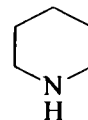
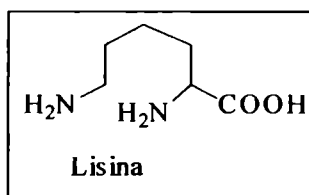
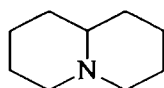
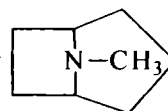
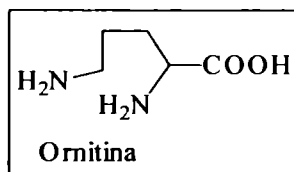
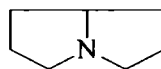
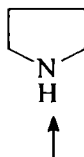
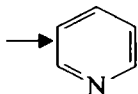
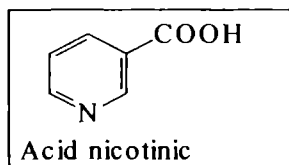


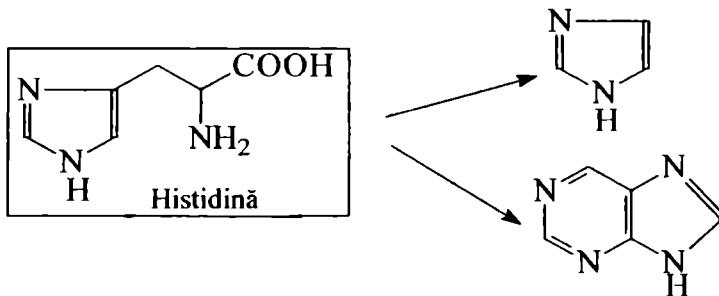
Imidazol



Purină

După aminoacidul precursor, se disting următoarele familii de alcaloizi, derivați de la: ornitină, lisină, fenilalanină, tirozină, histidină, triptofan, acid nicotinic, acid antranilic.





Alcaloizii se deosebesc de protoalcaloizi prin aceea că pentru formarea scheletului lor sunt necesare mai multe etape decât o simplă decarboxilare.

Răspândire

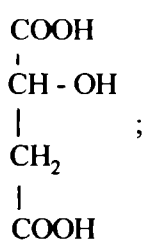
Alcaloizii sunt răspândiți în reprezentanți ai întregului regn vegetal cu excepția algelor, mușchilor și lichenilor (în ciuperci – puțin).

Organele cele mai bogate în alcaloizi sunt semințele, frunzele sau rădăcinile și scoarțele în cantități diferite (în general sub 1%).

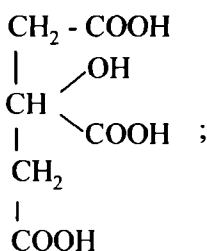
Conținutul în alcaloizi depinde de regiune, climă, sol, anotimp, vârsta plantei. În general într-o plantă se găsesc mai mulți alcaloizi dintre care unii în cantitate mai mare – principali – și alții în cantitate mai mică – secundari. Între alcaloizii principali și alcaloizii secundari există o înrudire structurală, de regulă au același nucleu heterociclic.

Unii alcaloizi se găsesc în multe specii vegetale, astfel: nicotina apare în 13 familii în timp ce morfina apare doar în două familii.

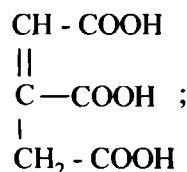
Alcaloizii se găsesc în sucule celular în general sub formă de săruri (mai rar ca baze libere) ale acizilor întâlniți în mod frecvent în regnul vegetal, cum sunt:



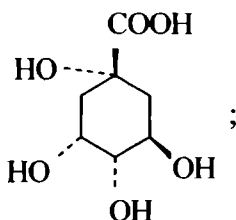
Acid malic



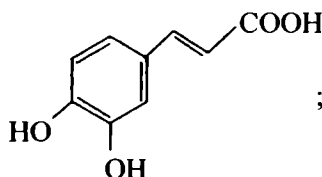
Acid citric



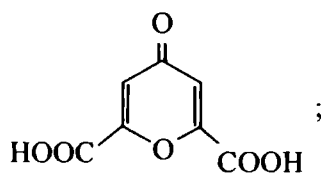
Acid aconitic



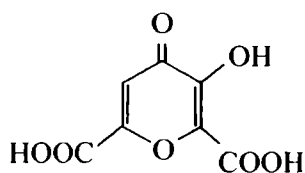
Acid chinic



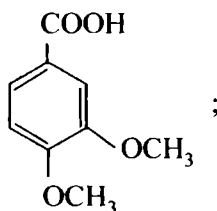
Acid cafeic



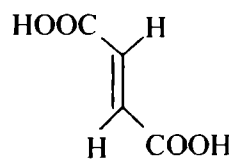
Acid chelidonic



Acid meconic



Acid veratric



Acid fumaric (mai rar)

Rareori se întâlnesc ca săruri ale acizilor organici, dar frecvent sub formă de combinații ale taninilor. Uneori alcaloizii se găsesc sub formă de glicozide sau esteri.

Izolare

S-au elaborat mai multe metode bazate pe următoarele proprietăți generale:

- alcaloizii sunt substanțe organice cu bazicitate variabilă, solubili în solvenți puțin polari (eteri, hidrocarburi aromatice, derivați halogenați) și insolubili în apă;
- sărurile alcaloizilor sunt solubile în solvenți polari: apă și alcooli și insolubile în solvenți cu polaritate redusă.

Extracția alcaloizilor urmează etapele:

- suspendarea în apă a produsului vegetal mărunțit;
- tratarea cu o soluție bazică (NaOH, Na₂CO₃, NH₃ etc) până la alcalinizare, când se presupune că alcaloidul a fost eliberat din sarea sa;
- extracția soluției alcalinizate cu un solvent organic nemiscibil cu apa (CHCl₃, CH₂Cl₂, C₆H₆) dar care solubilizează alcaloidul; extracția se poate face prin simplu contact sau preferabil prin contacte multiple folosind instalații de tip Soxhlet; industrial se pot folosi tehnici mult mai eficace cum ar fi extractoarele solid-lichid ce funcționează în contracurent;
- separarea și uscarea stratului organic;
- îndepărtarea solventului la presiune redusă;
- purificarea „alcaloidului brut”.

Se mai pot folosi și alte metode: antrenarea cu vapori de apă (în cazul alcaloizilor având o volatilitate considerabilă ca de exemplu: nicotina); extracția produselor vegetale cu soluții apoase acide urmată de reținerea alcaloizilor pe rășini schimbătoare de ioni puternic acide sau de reactivi caracteristici (acid picric, clorură de platină, clorură de aur, iodură dublă de potasiu și bismut, acidul fosfomolibdenic) sub formă de precipitate sau săruri greu solubile.

Alcaloidul „brut” este de regulă alcătuit din toți alcaloizii prezenți în produsul vegetal folosit pentru izolare; obținerea alcaloizilor constituenți în stare pură este foarte laborioasă și se realizează prin cristalizări fracționate, separări cromatografice, operații ce trebuie realizate cu multe precauții, ele putând fi însoțite de reacții secundare nedorite: oxidări, izomerizări, deshidratări, decarboxilări,

ciclizări etc.

Un exemplu de obținere a alcaloizilor volatili, neutri sau slab bazici, de tip baze terțiare și a alcaloizilor baze cuaternare din produse vegetale este prezentat schematizat în figura 2.3.

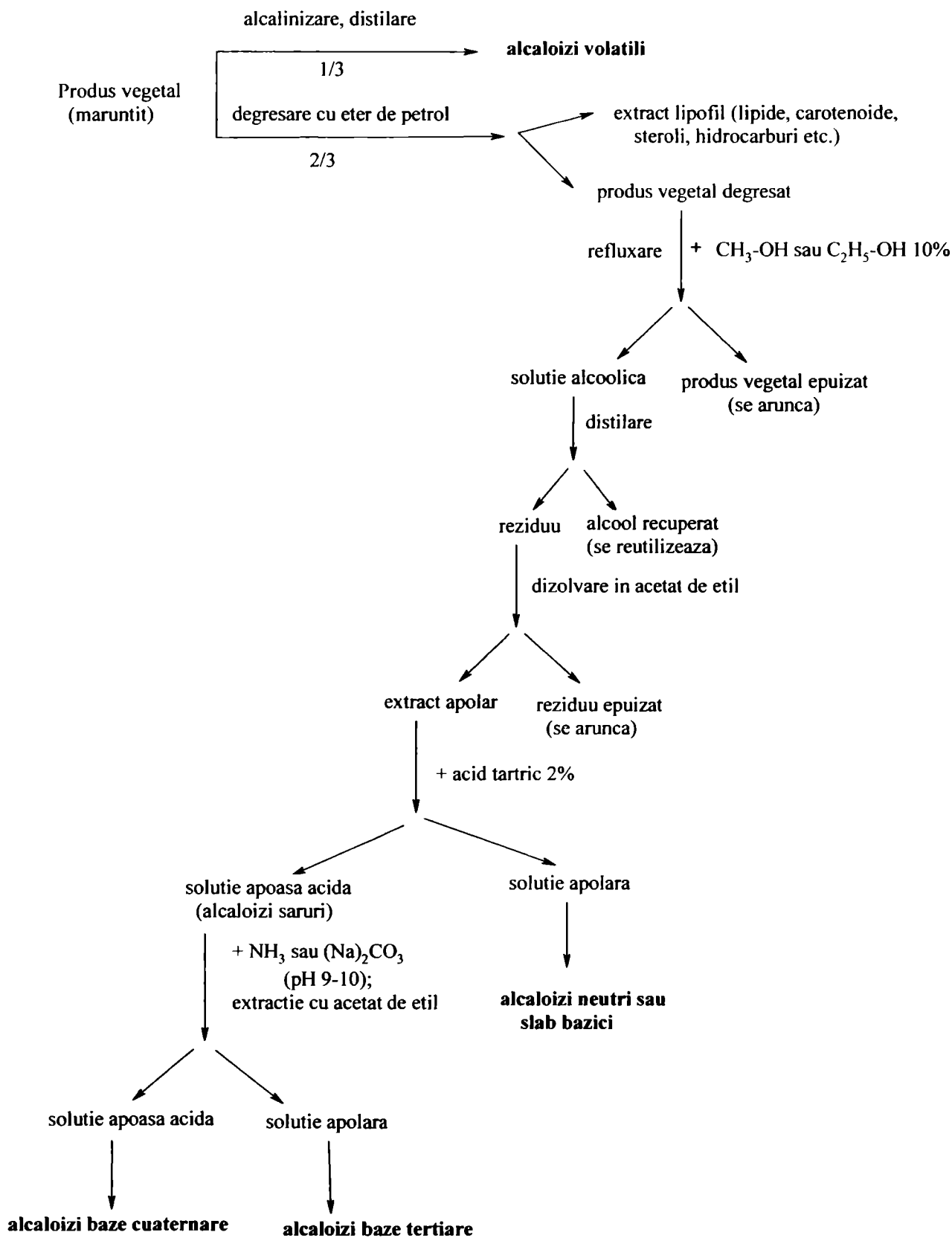


Figura 2.3. Extracția alcaloizilor din produse vegetale

Dozarea alcaloizilor totali prezenți în reziduul brut se realizează printr-o metodă gravimetrică sau volumetrică. Dozarea unui anumit alcaloid sau a unei clase de alcaloizi înrudiți structural se realizează în general folosind tehnici spectrofotometrice, colorimetrice, fluorimetrice, densitometrice, cromatografice (îndeosebi HPLC) etc.

În cazul în care structura chimică a alcaloidului nu este cunoscută, realizarea acestui deziderat necesită parcurgerea etapelor clasice de determinare a structurii chimice.

Rolul alcaloizilor în organismul vegetal nu este elucidat; nu se poate explica de ce alcaloizii există numai în unele plante, de ce sunt toxici pentru om dar inofensivi pentru animalele ce consumă acele vegetale.

Teoria care consideră că alcaloizii sunt mijloace de apărare pentru planta ce îi produce este infirmată de faptul că unele plante ce produc alcaloizii sunt atacate de insecte dăunătoare.

Denumirea alcaloizilor poate proveni de la:

- planta ce-i produce: de exemplu, atropina de la *Atropa belladonna*;
- acțiunea lor: exemplu, morfina – acțiune hipnotică de la Morfeu – zeul somnului în mitologia greacă;
- savantul care l-a izolat: exemplu izopelletierina de la Pelletier.

Totdeauna denumirea unui alcaloid se termină în „ină”.

Proprietăți fizice și chimice generale

În funcție de natura elementelor chimice constitutive, alcaloizii se împart în:

- alcaloizi oxigenați;
- alcaloizi neoxigenați,

care se deosebesc prin proprietățile lor fizice.

Alcaloizii oxigenați – cei mai numeroși – sunt (în general): substanțe solide cristalizate, incolor, inodore, insolubile în apă, solubile în solvenți organici: eter, alcooli, acetat de etil, cloroform, benzen.

Alcaloizii neoxigenați sunt: lichizi la temperatura obișnuită, volatili, au un miros puternic și caracteristic, solubili în apă și solvenți organici.

Toți alcaloizii:

- reacționează cu acizi cu obținere de săruri solubile în apă și alcool dar insolubile în solvenți nepolari,
- majoritatea au: gust amar, activitate optică, spectre caracteristice în UV, VIS, IR, RMN.

Proprietăți terapeutice generale și întrebuințări

Activitatea biologică a alcaloizilor este foarte diversă, fiind funcție de doză, otravă sau remediu terapeutic, acționând îndeosebi asupra sistemului nervos.

Plantele ce conțin alcaloizi au fost folosite din cele mai vechi timpuri atât în scopuri terapeutice, dar și ca otrăvuri. Astăzi plantele și produsele vegetale cu alcaloizi sunt utilizate pentru extragerea și prepararea de forme farmaceutice care acționează asupra sistemului nervos central (SNC), asupra musculaturii netede, asupra aparatului cardio-vascular, ca citostatice, paraziticide etc.

Alcaloizii utilizați curent sunt prezentați în tabelul 2.11.

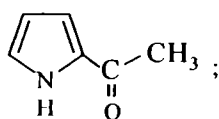
Tabelul 2.11. Alcaloizii utilizați curent

Numele alcaloidului	Planta în care s-a identificat	Autorul și anul descoperirii
0	1	2
Aconitina	<i>Aconitun napellus</i> L.	Pechier – 1820
Atropina	<i>Atropa belladona</i> L.	Mein, Hesse și Geiger - 1831
Berbamină	<i>Berberis vulgaris</i> L.	Hesse – 1886
Berberină	<i>Berberis vulgaris</i> L.	Büchner – 1836
Brucină	<i>Strychnos nux vomica</i> L.	Pelletier și Caventou - 1820
Chinină	<i>Cinchona succirubra</i> Pav.	Pelletier și Caventou – 1818
Cinconină	<i>Cinohona succirubra</i> Pav	Pelletier și Caventou – 1818
Citizină	<i>Laburnum anagyroides</i> Medick	Hussemann și Marme – 1865
Cocaină	<i>Erytroxylon coca</i> Lamarck	Niemann – 1860
Codeină	<i>Papaver somniferum</i> L.	Robiquet – 1832
Cofeină	<i>Coffea arabica</i> L.	Runge – 1820
Efedrină	<i>Ephedra</i> sp.	Nagai –1887
Emetină	<i>Uragoga ipecacuanha</i> Baillon	Pelletier și Magendie - 1807
Ergotoxină	<i>Claviceps purpurea</i> Tulasne	Barger și Dale – 1909
Ergometrină	<i>Claviceps purpurea</i> Tulasne	Dudley - 1935
Hidrastină	<i>Hydrastis canadensis</i> L.	Durand – 1851
Hiosciamină	<i>Hyoscyamus niger</i> L.	Geiger și Hesse –1833
Leurocristina	<i>Vinca rosea</i> L.	Neuss – 1962
Lobelină	<i>Lobelis inflata</i> L.	Villand – 1921
Morfină	<i>Papaver somniferum</i> L.	Sertürner –1806Robiquet – 1917
Narcotină	<i>Papaver somniferum</i> L.	Robiquet – 1817
Nicotină	<i>Nicotiana tabacum</i> L.	Posselt și Reiman – 1828

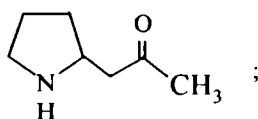
0	1	2
Oxiacantină	<i>Berberis vulgaris</i> L.	Polex – 1836
Papaverină	<i>Papaver somniferum</i> L.	Merck – 1897
Pilocarpină	<i>Pilocarpus jaborandi</i> Holm.	Arda – 1875
Physostigmină	<i>Physostigma venenosum</i> Balf.	Yobst și Hesse – 1864
Sparteină	<i>Spartium scoparium</i> L.	Stenhouse – 1851
Stricnină	<i>Strychnos nux vomica</i> L.	Pelletier și Caventou – 1820
Teobromină	<i>Theobroma cacao</i> L.	Voscresenschi – 1842
Teofilină	<i>Camelia sinensis</i> O.Katze	Kossel – 1888
Veratrină	<i>Veratrum album</i> L.	Pelletier și Caventou – 1818
Vincaleucoblastină	<i>Vinca rosea</i> L.	Noble – 1958
Vincamină	<i>Vinca minor</i> L.	Zobolotnaia - 1950

2.4.1. Alcaloizi cu nucleu pirololic și pirolidinic

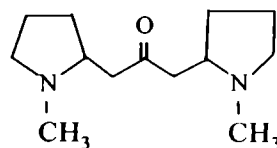
Provin din ornitină; au o structură simplă, fără acțiune farmacodinamică. Din această grupă de alcaloizi fac parte:



α -Piril-metilcetonă
(rădăcini de
Valeriana officinalis L.)



Higrină



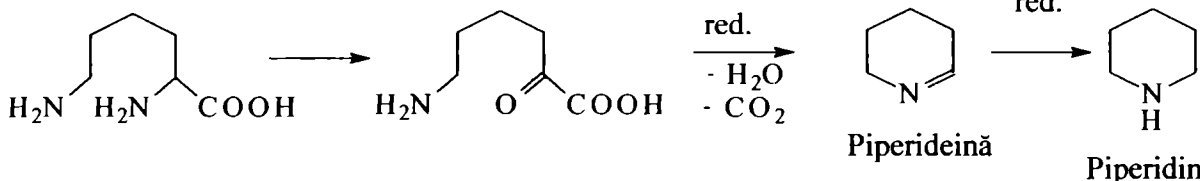
Cuschigrină

Alcaloizi secundari din *Atropa belladonna* L.

și *Erytroxylon coca* Lamarck

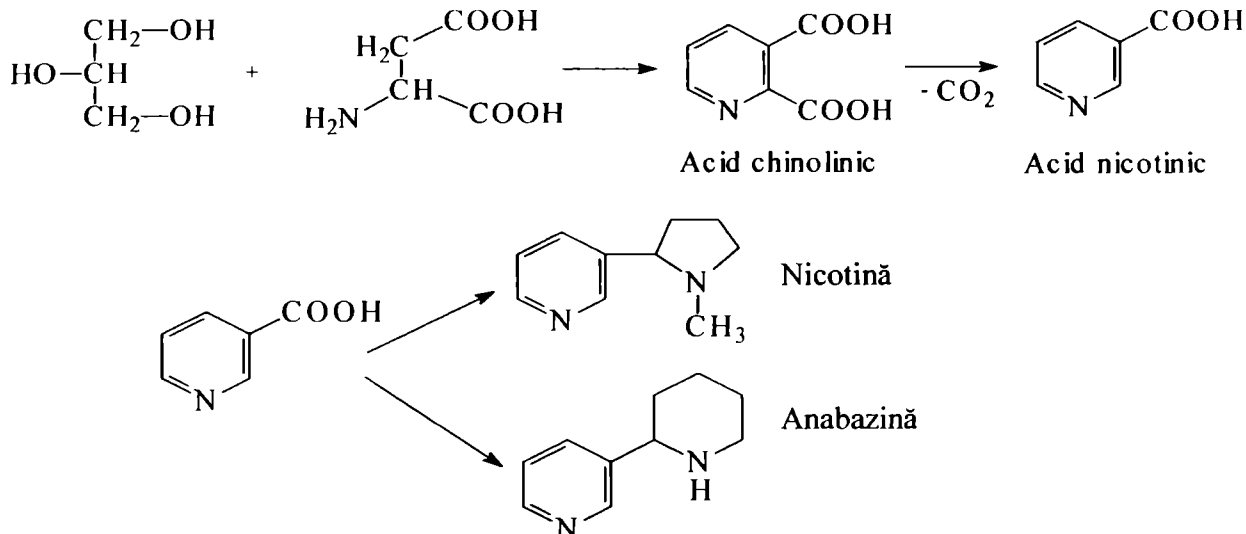
2.4.2. Alcaloizi cu nucleu piridinic și piperidinic

Aminoacidul precursor al acestor alcaloizi este lisina.



Alcaloizii cu nucleu piridinic se formeaza pe mai multe căi după cum substituenții se găsesc în poziția α sau β :

- cei situați în β au ca precursor acidul nicotinic care rezultă din glicerină și acid aspartic:



- cei substituiți în poziția α au ca precursor lisina, exemplu: lobelina, pelletierina.

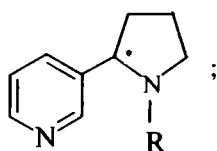
Nicotina - se găsește în frunzele diferitelor specii de tutun: *Nicotina tabacum* L., *Nicotina rustica* L., (fam. *Solanacee*), origine din America tropicală (de Sud).

Nicotina este alcaloidul principal, al cărui conținut variază între 0,06 – 10 % funcție de specia de tutun și de modul de prelucrare.

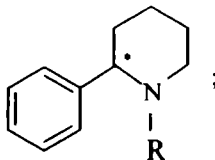
Alcaloizii din tutun sunt:

- principali: nicotina, nornicotina, anabazina;
- secundari: N-metil anabazina, nicotirina, miosmina.

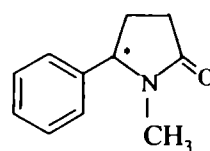
Structurile chimice ale acestor alcaloizi sunt:



R = -CH₃, nicotină
R = H, nornicotină



R = H, anabazină
R = -CH₃, N-metilanabazină



Cotinină
(cancerigenă; este produsă prin metabolizarea nicotinei)

Acțiunea nicotinei asupra sistemului nervos central și a ganglionilor simpatici:

- în doze mici este excitant și stimulează centrii respiratori;
- în doze mari produce inhibiție persistentă, crește tensiunea arterială, convulsii, insuficiență respiratorie.

La fumători produce o intoxicație numită tabagism ce se manifestă prin iritarea căilor respiratorii și pulmonare, tulburări cardiace, vasculare, digestive și nervoase; doza letală: 60 mg/kg.

Nicotina este una din cele mai toxice substanțe, acționând cu o rapiditate asemănătoare cianurii.

În fumul de țigară au fost evidențiate peste 2000 de substanțe, dintre care:

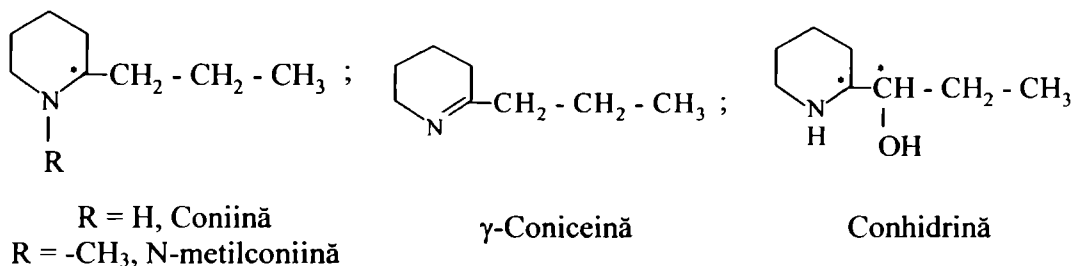
- gaze: în principal CO;
- lichide: în principal nicotina;
- solide: hidrocarburi aromatice polinucleare.

După metabolizare, nicotina se elimină prin urină, cel mult 10 %. (-) Nicotina este de 8 ori mai activă (mai toxică) decât (+) nicotina. (-) Nicotina are și:

- acțiune insectică (substanța activă din insecticide);
- acțiune contra oxiurilor (infuzie de tutun).

După ultimile statistici care arată creșterea îngrijorătoare a fumătorilor (în special tineri), România ocupă locul II din Europa, după Bosnia și Herțegovina.

Coniina (α-propil piperidina). Proprietățile toxice ale otrăvii din cucută (*Conium maculatum* L.) se cunosc din antichitate: în Atena extractul de cucută se administra condamnaților la moarte (Socrate s-a sinucis cu decoct din frunze de cucută). Cucuta, îndeosebi semințele, conține o serie de alcaloizi cu nucleu piperidinic sub formă de săruri cu acid malic: (0,05-0,3 % în frunze și ~ 3,5 în fructe):



Coniina este un lichid incolor, antrenabil cu vapori de apă, puternic alcalin; are miros caracteristic neplăcut (de șoarece).

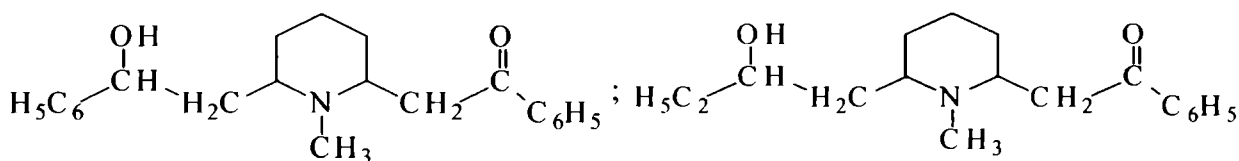
Racemicul se scindează cu acid (+) tartric; coniina naturală este dextrogiră.

Este **foarte toxică** și întrebuințările în terapeutică sunt limitate: a fost utilizată în amestec cu alți compuși ca analgezic datorită proprietăților sale sedative și antiseptice. Paralizează nervii motori, mușchii respiratori și survine moartea prin asfixie. Coniina a fost identificată în plante carnivore, în lichidul din capacnă prin care sunt paralizate insectele.

Lobelina este alcaloidul principal izolat din părțile aeriene înflorite și capsulele imature de *Lobelia inflata* L. alături de alți ~ 20 alcaloizi cu nucleu piperidinic.

Lobelina este o substanță solidă, cu un miros slab narcotic, gust iute arzător, asemănător tutunului, de aceea este cunoscută și sub denumirea de „tutun indian”. Lobelina are aceeași acțiune ca și nicotina stimulând SNC și este întrebuințată ca stimulent respirator, în cazuri de urgență (crize de angină pectorală, asfixiile nou-născuților, ca antidot în intoxicațiile cu barbiturice și opiu). Există

preparate farmaceutice ca tinctură sau extract care se utilizează ca expectorante, antiasmatiche și emetice (antivomitive), proprietăți care se datorează izolobelinei (per oral). Efectele sunt rapide dar scurte.

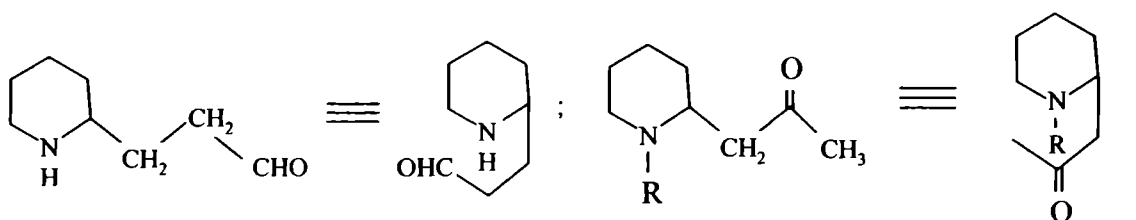


Lobelină

Izolobelină

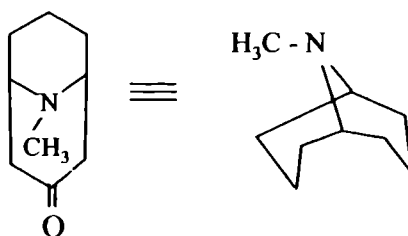
Pelletierina. Izopeletierina. Pseudopelletierina. Au fost izolați pentru prima dată (1878) de către Pelletier din scoarța de pe rădăcina de rodie a speciei *Punica granatum* care crește în nordul Indiei, Iran, Afganistan . Acțiunea sa antihelmintică era cunoscută încă din antichitate (tenifug).

Acțiunea terapeutică a produsului este imprimată de izopeletierină și derivatul său metilat, deși din punct de vedere cantitativ, predominantă este pseudopelletierina (solidă).



Pelletierină

R = H, izopeletierină;
R = CH₃, N-metil izopeletierină

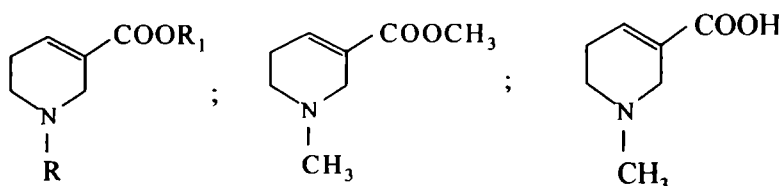


Pseudopelletierină

Fructele de rodie nu conțin alcaloizi.

Arecolina și arecaidina. În semințele obținute de la palmierul *Areca catechue* L. (palmierul de betel) se găsesc ~ 0,2-0,5 alcaloizi derivați ai acidului tetrahidropiridin carboxilic și ~15 % taninuri catechinice, lipide, ulei volatil; alcaloidul principal este arecolina care reprezintă ~ 50 % din totalul de alcaloizi.

Structura chimică a acestor doi alcaloizi este următoarea:



Arecolină

Arecaidină

Populațiile de pe coasta estică a Africii și sud-estică a Asiei sunt „mestecătoare de (nucă de) betel” preparată din semințe de areca cu var nestins (sau cenușă) învelită în frunze de *Piper betle* L.

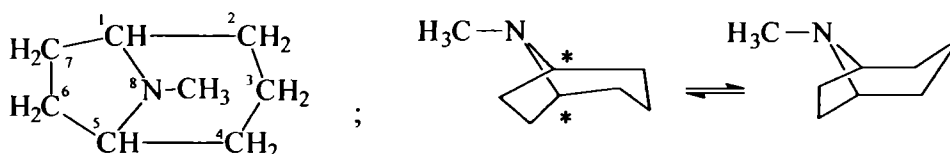
Bolul astfel obținut se mestecă; mestecătorul de betel are o senzație de euforie însoțită de dispariția foamei și setei, buzele și gingiile se umflă ori se colorează în negru, saliva în roșu datorată taninurilor, iar dantura este puternic afectată de efectul varului și betelului.

Acești alcaloizi provoacă o creștere a secreției salivare, lacrimale, sudoripare, intestinale, au acțiune antihelmintică, cunoscută de chinezi încă din secolul VI.

Arecolina este un lichid incolor, antrenabil cu vapori de apă; sărurile sale sunt higroscopice, cu excepția bromhidratului său, cel mai stabil, care este utilizat în medicina veterinară ca antihelmintic.

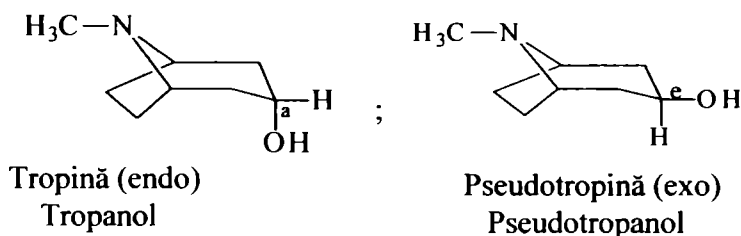
2.4.3. Alcaloizi cu nucleu tropanic

Acești alcaloizi sunt foarte importanți din punct de vedere terapeutic; au la bază scheletul format prin condensarea unui nucleu piperidinic cu unul pirolidonic numit tropan: N-metil 8-aza-biciclo-[3,2,1]-octan.



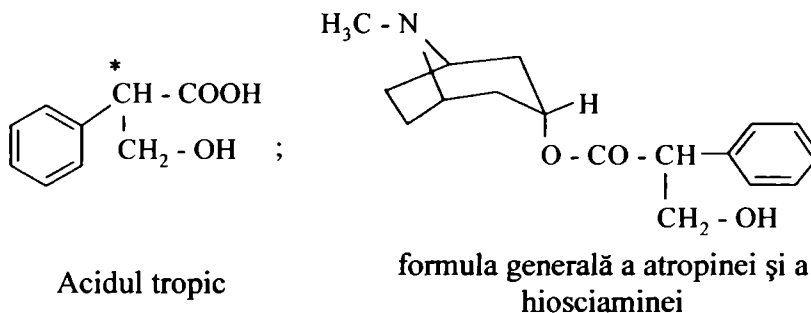
Tropanul este o formă mezo; în soluție cei doi conformeri sunt în echilibru.

Toți alcaloizii tropanici găsiți în natură posedă o grupă hidroxil în poziția 3 (uneori și 6 și 7) de obicei esterificată cu diferiți acizi. Importanți sunt doi alcooli optic inactivi:



Orientarea exo sau endo are mare importanță pentru proprietățile lor biologice (farmacodinamice): astfel, esterii proveniți de la forma endo au acțiune spasmolitică și midriatică (dilatarea pupilei), iar cei proveniți de la forma exo au acțiune anestezică.

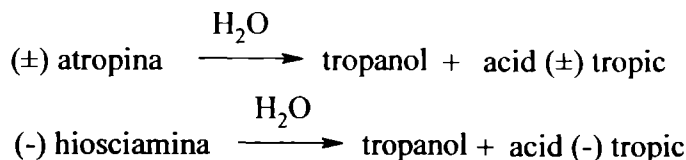
Atropina și hiosciamina sunt stereoizomeri ce derivă de la tropanol, activitatea lor optică datorându-se acidului tropic care esterifică tropanolul.



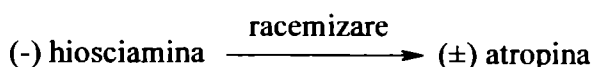
Se găsesc în plante:

- atropina în frunzele și rădăcinile speciei *Atropa belladonna* L., popular numită mătrăgună, cireașa lupului, doamna mare, doamna codrului;
- hiosciamina din planta *Hyoscyaminus niger* L., măselariță, din care se folosesc doar frunzele.

Atât atropina cât și hiosciamina, prin hidroliză duc la obținerea tropanolului și respectiv a acidului tropic:



Prin racemizare, (-) hiosciamina naturală se racemizează cu obținere de atropină:



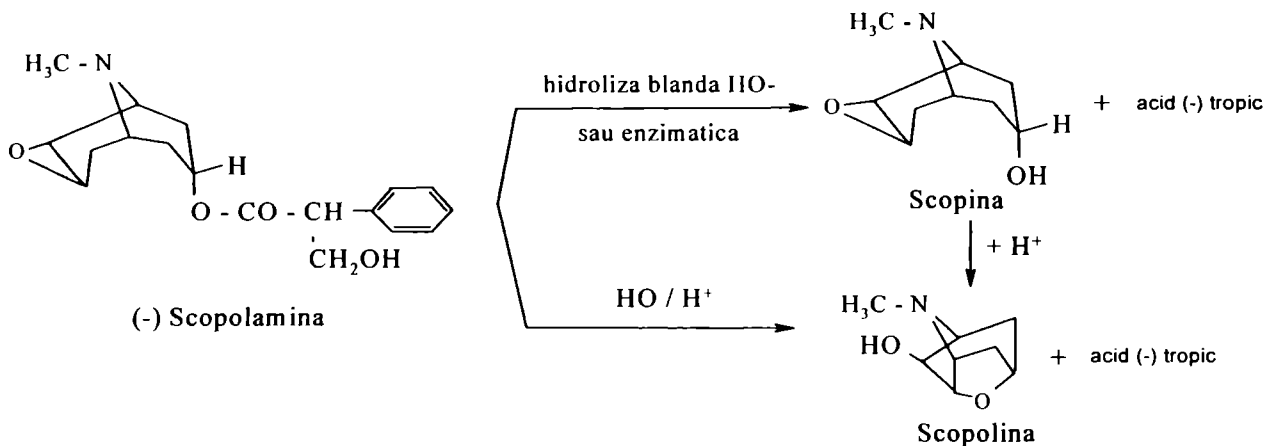
Acțiune și utilizări terapeutice. Hiosciamina și atropina produc o relaxare a mușchilor netezi, atenuează durerile care însoțesc stările spastice. Se utilizează ca medicamente antispastice care acționează asupra sistemului nervos parasimpatic producând relaxarea mușchilor netezi și diminuarea secrețiilor salivare, gastrice, lacrimale și sudoripare.

Atât atropina cât și hiosciamina produc midriază (dilatarea pupilei), fapt pentru care se utilizează în oftalmologie. În doze mari atropina și hiosciamina sunt foarte toxice: duc la excitație cerebrală însoțită de halucinații, acționează asupra respirației și inimii producând moartea.

Atropina, totalul de alcaloizi obținut din frunze și rădăcini intră în compoziția a numeroase medicamente: „Lizadon”, „Bergonal”, „Fobenal”, „Foladon”, „Bergofen”, „Distonocalm”, „Calmogastrin”, „Tusomag”, „Pasinal”, „Carbocif”, „Laxatin”.

Hiosciamina acționează ca și atropina, dar cu intensitate mai mică; se folosește la prepararea unui macerat „*oleum hyoscyami*” utilizat ca analgezic extern care intră în compoziția țigărilor antiastmatice.

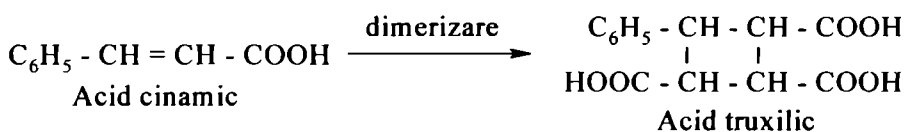
Scopolamina conține un nucleu oxidic între C₆ și C₇, în rest structura este identică cu a atropinei și a hiosciaminei. Se găsește în frunzele speciei *Datura stramonium* L., popular numită laur, ciumăfaie, ciuma feții. Produsul vegetal conține în principal hiosciamină și scopolamină.



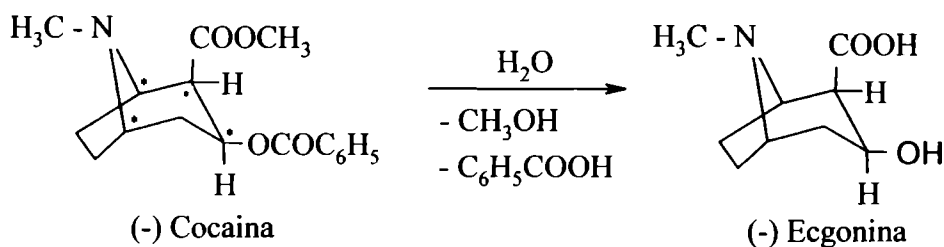
Acțiune și utilizări terapeutice. (-) Scopolamina are o acțiune asemănătoare hiosciaminei acționând asupra sistemului nervos parasimpatic. Are acțiune sedativă, hipnotică și se utilizează la fabricarea țițurilor antiasmatiche, în tratamentul afecțiunilor căilor respiratorii. În doze mari acționează asupra sistemului nervos central producând halucinații mai puternice decât atropina și hiosciamina. Funcție de doză, produce hipertensiune, tahicardie, tulburări de vedere, pierderea memoriei și a cunoștinței și în final moarte.

Cocaina este principalul alcaloid din frunzele de *Erythroxylon Coca* Lana (**Coca**) – arbust care crește în America de Sud. Are scoarța cafenie roșcată de unde și numele (gr. *erythros* = roșu, *xylon* = lemn); planta a fost cunoscută de incăși, care în cazul unui efort fizic mare, mestecau frunze de coca (amestecate cu var sau cenușă) sub forma unor boluri care înlăturau foamea și oboseala, dar care produceau dependență.

Conținutul total de alcaloizi din plantă poate ajunge până la 2 %. Cocaina este principalul alcaloid și este un diester al ecgoninei; ea este însoțită și de alți alcaloizi rezultați prin esterificarea grupei OH cu acid cinamic sau acid truxilic.



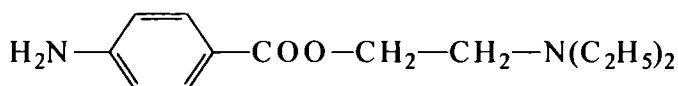
Ecgonina și respectiv cocaina posedă patru atomi de carbon asimetrici și ar trebui să existe sub forma a $2^4 = 16$ stereoizomeri optic activi, dar practic există doar 8 stereoizomeri optic activi și 4 racemici. Cocaina naturală este levogiră, la fel ecgonina; poate fi considerată ca un derivat al pseudotropinei.



Extracția exclusivă a cocainei din frunzele de *Coca* se realizează folosind un solvent format din eter și amoniac; se prezintă ca o pulbere albă cu punct de topire = 98°C.

Acțiune și utilizări terapeutice. Cocaina este un excitant puternic a scoarței cerebrale: inițial produce o stare de euforie, apoi halucinații, duce la dispariția oboselii, foamei, durerii: prin folosirea în doze crescânde (produce toleranță și dependență) duce la o intoxicație gravă – cocainomanie – care se manifestă prin dezechilibru psihic, idei fixe (datorită acțiunii vasoconstrictoare, au impresia că sub piele au diferite insecte, viermi care le produc mâncărime și pe care vor să le scoată cu diferite obiecte ascuțite).

Datorită acțiunii sale anestezice locale, paralizante a nervilor periferici, cocaina a fost utilizată ca și anestezic în otorinolaringologie, stomatologie, oftamologie (Freud). Dezavantajele cocainei au determinat cercetări în vederea găsirii unui medicament cu acțiune anestezică locală care să nu aibă inconvenientele acesteia. Cercetările au evidențiat că activitatea anestezică nu se datorează inelului tropanic ci unei grupe anesteziofore care este formată dintr-un rest de ester al acidului benzoic cu un aminoalcool. Astfel, s-a ajuns la obținerea novocainei utilizată ca și anestezic local :

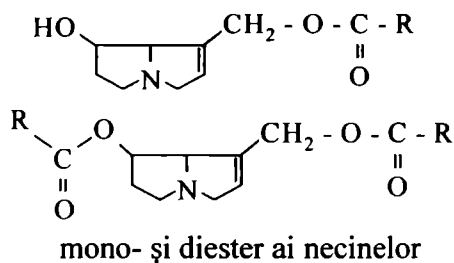
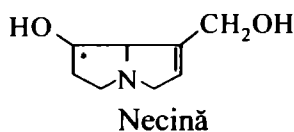
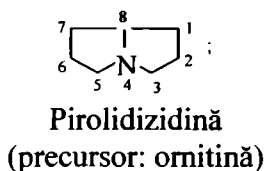


Astăzi cocaina este din ce în ce mai puțin utilizată deoarece doza terapeutică este foarte apropiată de doza toxică. Utilizarea cocainei este reglementată de OMS în vederea combaterii cocainomaniei. Proprietățile stimulatoare ale frunzelor de *Coca* sunt folosite la prepararea unor băuturi răcoritoare (de exemplu Coca-Cola) dar după extracția alcaloizilor!

2.4.4. Alcaloizi cu nucleu pirolizidinic

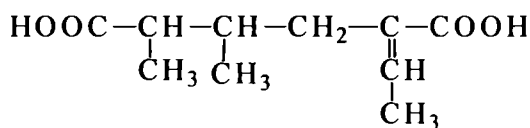
Pirolizidina este 4-aza-biciclo-[3,3,0]-octan și se găsește în structura a numeroși alcaloizi extrași din speciile de *Senecio*, fam. *Compositae*, fapt pentru care aceștia sunt numiți și alcaloizi de senecio.

Alcaloizii din această grupă sunt esteri ai alcoolilor cu nucleu pirolizidinic, numiți necine și acizi mono- sau dicarboxilici numiți acizi necici sau necinici.

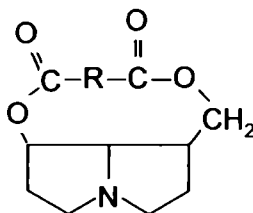


Cele mai multe necine conțin în nucleul pirolizidinic o grupă CH₂OH la C₁, o grupă OH la C₇, o legătură dublă (sau nu) la C₁-C₂.

Acizii necici (necinici) sunt derivați ai acizilor monocarboxilici alifatici având 3-7 atomi de carbon sau dicarboxilici (succinic, glutaric, adipic) având una sau mai multe grupe hidroxilice și eventual legături duble, ca de exemplu: acidul senecic :



Alcaloizii cu acizii necinici dicarboxilici au structura generală:



Acești alcaloizi imprimă un gust amar plantelor ce-i conțin fapt pentru care sunt evitate pe pășuni de animalele sălbatice.

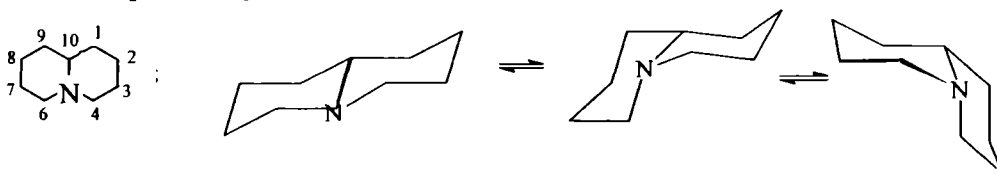
Acțiune și utilizări terapeutice. Alcaloizii pirolizidinici (platifilina, senecifilina, senecionina) au o acțiune asemănătoare atropinei dar mai slabă.

Se utilizează în combaterea răului de mare și de altitudine.

Pentru mamifere sunt toxici (induc cancer la animalele de experiență).

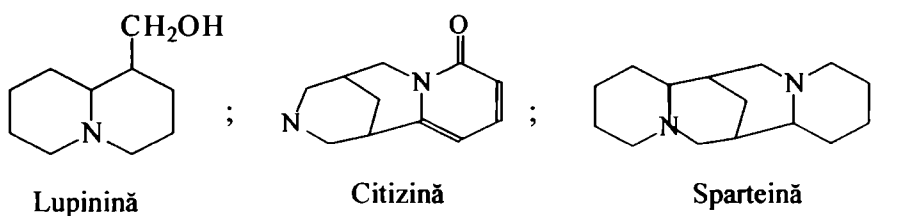
2.4.5. Alcaloizi cu nucleu chinolizidinic

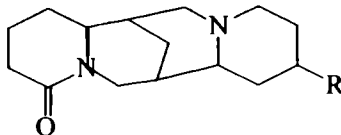
Alcaloizii cu nucleu chinolizidinic pot fi bi, tri, sau tetraciclici, precursorul fiind lisina. În terapeutică se utilizează sparteina și citizina.



Chinolizidina sau aza-decalina(5-aza-biciclo-[4,4,0]-decan) nu prezintă izomerie cis-trans ca decalina, fapt datorit interconversiei rapide a atomului de azot.

Dintre reprezentanții acestei clase de alcaloizi se numără: lupinina, citizina, sparteina și lupanina, având următoarele structuri:





R = H, lupanină;

R = -OH, hidroxilupanină

Alcaloizii cu nucleu chinolizidinic au fost identificați în diferite genuri din familia *Leguminoase* dar și din alte familii. Cei mai importanți alcaloizi sunt: lupinina, sparteina și citizina.

Sparteina a fost izolată din vârfurile înflorite ale speciei *Sarothamus Scoparius* L , cunoscută sub numele popular de măturice sau drob. În general, această plantă crește în Asia, SUA, Europa; în țara noastră a fost cultivată ca plantă de furaj pentru căprioare și iepuri pe timpul iernii , are gust amar dar este inodoră.

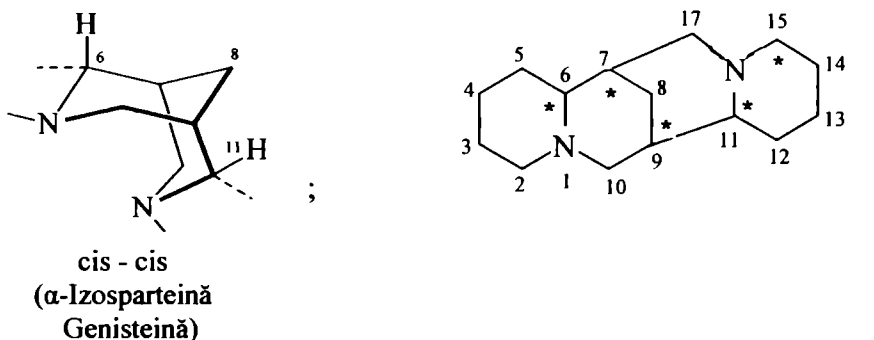
Sparteina este un alcaloid neoxigenat, lichid, incolor, cu caracter bazic puternic, puțin solubilă în apă, antrenabilă cu vapori de apă.

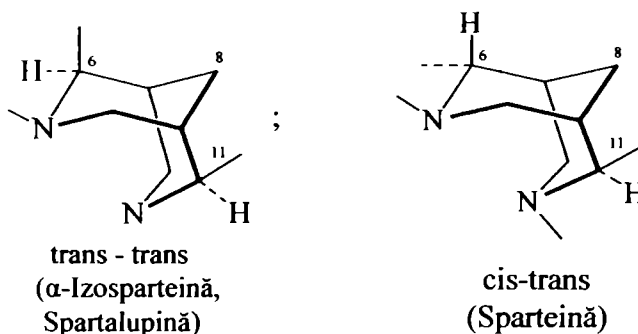
Acțiune și utilizări terapeutice. Vârfurile înflorite ale plantei (de culoare galbenă datorită flavonoidelor) se utilizau încă din Evul Mediu ca diuretic și purgativ, acțiune imprimată de flavonoide. Sparteina se întrebuințează ca:

- hemostatic (datorită acțiunii sale vasoconstrictoare);
- are acțiune cardiotonică și ocitocică (este uterotonic și se utilizează în declanșarea travaliului nașterii, în special în cazul celor cu insuficiență cardiacă)
- influențează dinamica echilibrului ionic în organismele vii (fapt explicat prin complexii metalici pe care-i formează prin intermediul atomilor de azot).

Stereochimia sparteinei. Un compus cu scheletul sparteinei posedă patru atomi de carbon chirali C₆, C₇, C₉ și C₁₁ ; configurațiile atomilor C₇ și C₉ sunt interdependente deoarece acești atomi sunt legați prin puntea C₈ care nu poate lega decât două poziții cis. Stereoizomerii posibili sunt determinați de configurațiile atomilor C₆ și C₁₁, atomii de hidrogen legați de aceștia putând fi cis sau trans față de puntea C₈. Sunt posibile patru combinații: cis-cis, trans-trans, cis-trans, trans-cis, ultimile două fiind identice.

Fiecare din cei trei diastereoizomeri conduc la câte un amestec racemic, scindabil în enantiomeri.





Citizina se extrage din semințele speciei *Cytisus Laburnum* L, salcâm galben, cultivat pentru ornament.

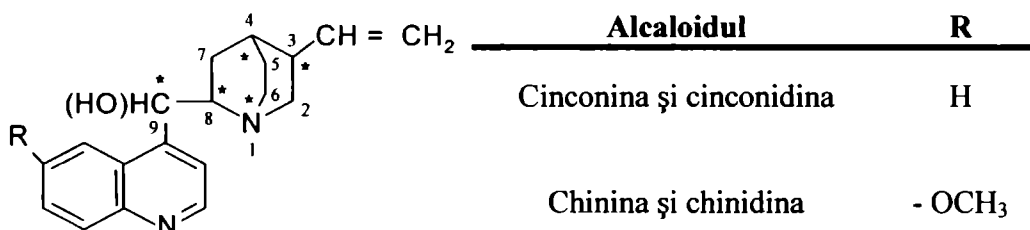
Acțiune și utilizări terapeutice. Semințele de salcâm galben se folosesc de mult timp în medicina populară ca: emenagog (provocator de menstră), antiastmatic și antiinflamator.

Citizina acționează asupra centrului respirator (asemănător cu acțiunea nicotinei și lobelinei) și se recomandă în insuficiență respiratorie, accidente ale narcozei, asfixia noilor născuți, în stări de șoc ca urmare a unor traumatisme. În doze mari provoacă convulsii și moartea prin asfixie.

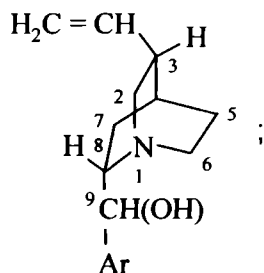
2.4.6. Alcaloizi cu nucleu chinolinic și chinuclidinic

Principalii alcaloizi din această clasă sunt: chinina și cinconina cunoscute încă de indigenii din America de Sud (zonele înalte ale Anzilor) care foloseau coaja arborilor de cincona pentru combaterea malariei. În coaja acestor arbori se găsesc peste 25 de alcaloizi dintre care menționăm chinidina și cinconidina, stereoizomeri cu chinina și cinconina. Meritul izolării și caracterizării chininei și cinconinei îi revine lui Pelletier și Caventou (1820).

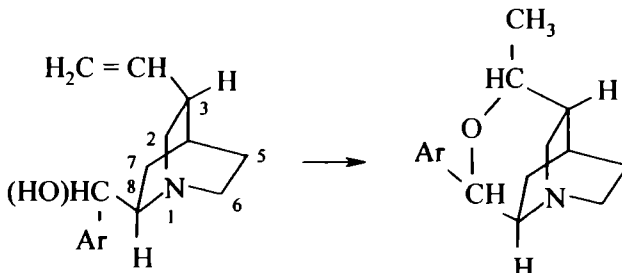
Molecula acestor alcaloizi este alcătuită din două părți: una aromatică (nucleu chinolinic) și o parte saturată înrudită cu piperidina (chinuclidina) unite printr-un atom de carbon de care se leagă și o grupă hidroxil. Geometria moleculară a acestor alcaloizi este determinată de stereochimia chinuclidinei. Chinuclidina este 1-aza-biciclo-[2,2,2]-octan iar structura chimică generală a alcaloizilor este redată prin formula:



Datorită celor cinci atomi chirali: N₁, C₃, C₄, C₈ și C₉ ar trebui să existe $2^5 = 32$ de stereoizomeri. Pentru că sistemul chinuclidinic este stabilizat în forma baie, N₁ și C₄ ocupă poziții rigide și numărul real al stereoizomerilor se reduce la jumătate: 16 stereoizomeri. Substituentul Ar-CH(OH) de la C₈ determină apariția a 2 stereoizomeri de tip: exo/endo în raport cu puntea:



endo
Chinină și cinconidină



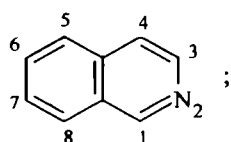
exo
Chinidină și cinconină

Deosebirea dintre izomerii exo și endo se poate face pe baza unei reacții intramoleculare: doar izomerul exo duce la obținerea unui eter ciclic.

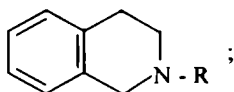
Acțiune și utilizări terapeutice: acțiune antipiretică, fapt pentru care se utilizează în tratamentul malariei, excitant al apetitului (datorită gustului amar), sclerozant pentru vasele varicoase, analgezic general. Chinina este considerată o otrăvă protoplasmatică; în cantități mari produce tulburări cardiace și circulatorii.

2.4.7. Alcaloizi cu nucleu izochinolinic

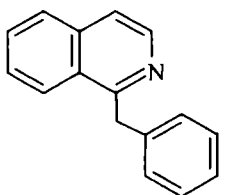
Clasa acestor alcaloizi cuprinde numeroși reprezentanți importanți din punct de vedere terapeutic. Structura chimică este variată conținând următoarele tipuri:



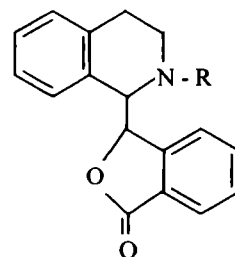
Isochinolină



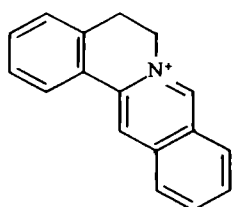
Tetrahidro-izochinolină



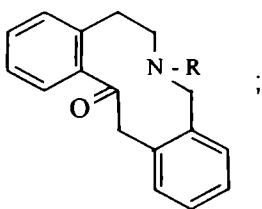
Benzil-izochinolină



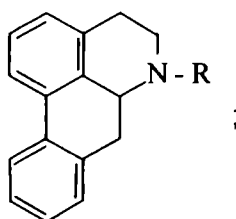
Ftalid-izochinolină



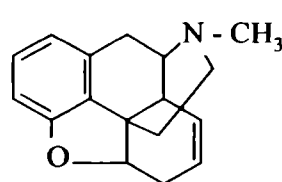
Di-izochinoline
(tip berberină)



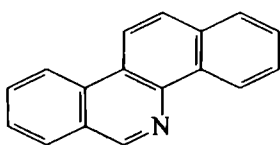
(tip protopină)



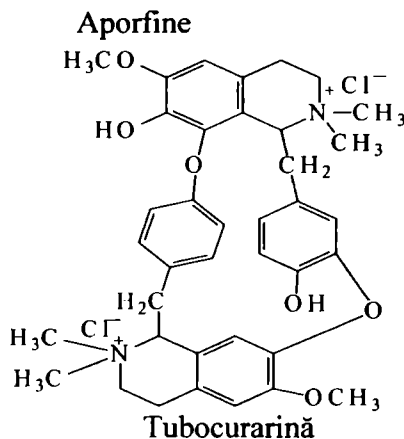
Aporfine



Morfinan

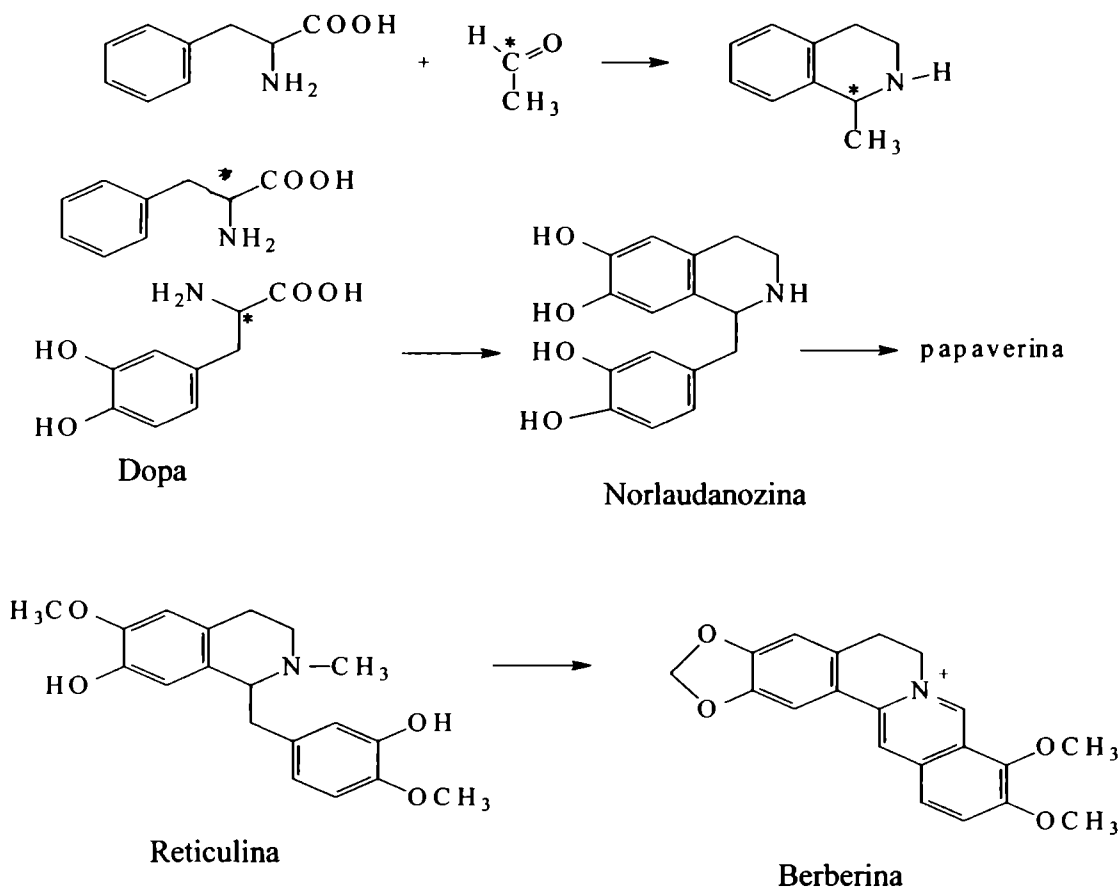


Benzofenantridină



Tubocurarină

Alcaloizii din această clasă sunt derivați de la fenilalanină și de la reticulină prin ciclizare, conform reacțiilor de mai jos, în care s-au folosit atomi marcați (indicați cu „*“):



2.4.7.1. Alcaloizi din opiu

Opiul (gr. *opios* = suc) este latexul uscat, recoltat în urma incizării superficiale a capsulelor imature ale diferitelor varietăți de *Papaver somniferum* L (mac de grădină). Este cunoscut din timpuri foarte vechi, primele referiri datând din secolul XV î.e.n. Macul este cultivat de secole ca plantă alimentară, medicinală și ornamentală; de origine mediteraneană, astăzi se cultivă pe zone întinse.

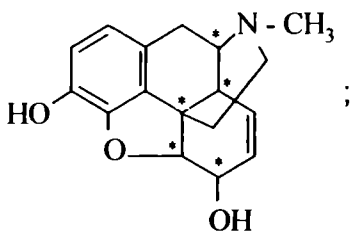
Recoltarea opiumului este o operație laborioasă care începe la câteva zile după căderea petalelor, când capsulele au ajuns la dimensiunile definitive iar culoarea lor trece de la verde-albăstrui spre galben. În acest stadiu, pe timp frumos și uscat, de obicei după amiaza sau seara, capsulele se incizează cu un dispozitiv prevăzut cu multe lame care produc deodată mai multe tăieturi. A doua zi dimineața picăturile de latex se strâng cu ajutorul unor spatule speciale din lemn sau metal. Latexul alb, în contact cu soarele și aerul, se întărește și se brunifică în decurs de câteva ore. Pentru obținerea unui kilogram de opiu este necesară sacrificarea a ~ 20.000 capsule de mac, care necesită un volum de 250-300 ore de muncă. Când opiu capătă consistența unei paste care poate fi modelată manual, este strâns în bucăți de 1-2 kg și învelit în frunze de mac. Opiul are miros

caracteristic, gust amărui și înțepător, încălzit în flacără se topește, apoi arde cu fum care produce narcoză.

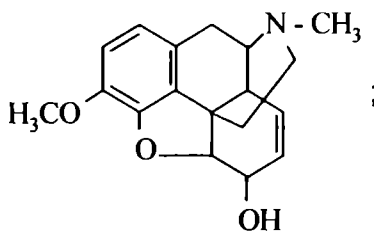
Compoziție chimică. Opiul conține 10-20% alcaloizi totali; s-au izolat până în prezent cca. 40 alcaloizi, morfina fiind principalul alcaloid.

Alcaloizii din opiu se clasifică, pe baza structurii chimice, în mai multe grupe distincte:

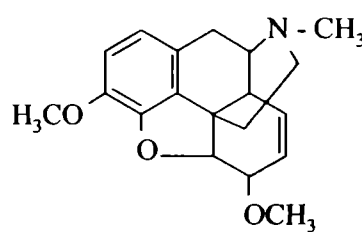
- de tip morfinanic: morfină, codeină, tebaină:



(-) Morfină (izolată în 1806, sintetizată în 1952)

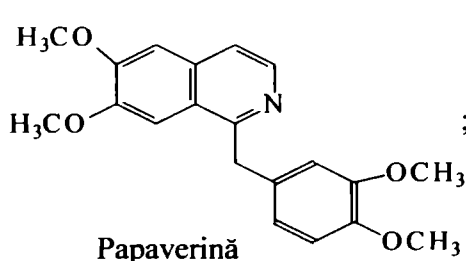


Codeină

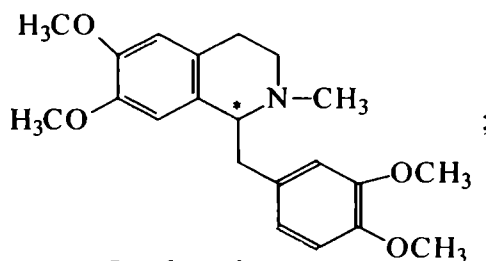


Tebaină

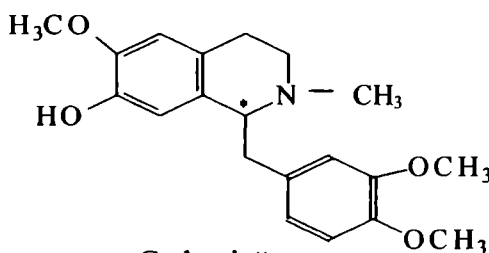
- de tip benzil-izochinolinic, prezenți 0,5-1 % din totalul de alcaloizi:



Papaverină

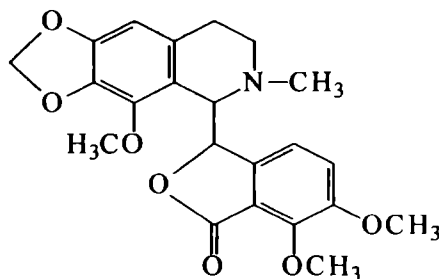


Laudanozină



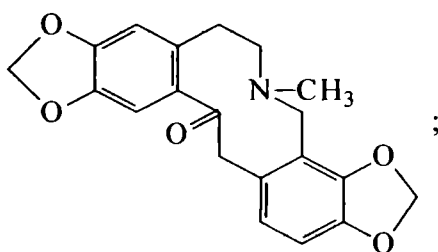
Codamină

- de tip ftalid-izochinolinic, cel mai important fiind noscapina (putând ajunge la peste jumătate din conținutul în alcaloizii totali din opium), impropriu numită narcotină, deoarece nu are acțiune narcotică.

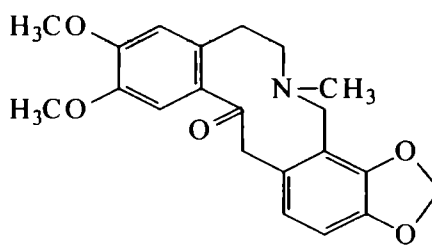


Noscapină (narcotină)

- de tip diizochinolinic: protopina și criptopina, sunt de minimă importanță atât cantitativ cât și terapeutic.



Protopină



Criptopină

Acțiune și utilizări terapeutice. Morfina are acțiune analgezică și narcotică, acționează asupra SNC, deprimând centrii corticali ai percepției durerilor, fapt care determină utilizarea acesteia ca un medicament excelent contra durerilor. Ea dă naștere la fenomenul de toleranță (obișnuință) astfel că pentru a obține același efect trebuie crescută doza administrată; supradozarea poate conduce la moarte.

Codeina are acțiune analgezică și calmantă și prezintă toxicitate mică comparativ cu morfina; sub formă de fosfat, codeina se utilizează ca și medicament antitusiv.

Tebaina are acțiune asemănătoare morfinei, dar datorită toxicității ei foarte mari nu se întrebuințează.

Papaverina are acțiune spasmolitică asupra musculaturii netede; nu dă euforie, analgezie, obișnuință.

Noscapina are acțiune antitusivă asemănătoare codeinei dar fiind foarte toxică nu se întrebuințează.

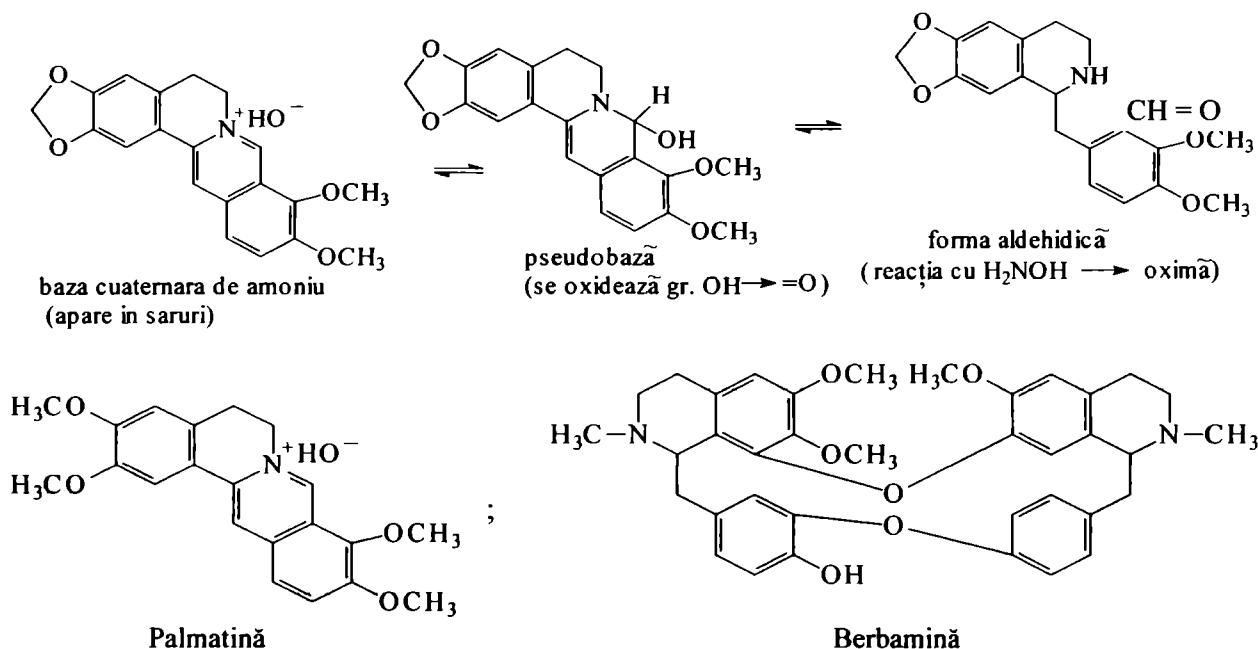
Amestecurile de alcaloizi sau alcaloizii individuali din opiu se găsesc sub formă de produse farmaceutice ca de exemplu: „*Tinctura Opii composita*”, „*Tinctura Davila*”, papaverină, codamină, codeină etc.

2.4.7.2. Alcaloizi din *Berberidis Cortex*

Scoarța arbustului *Berberis Vulgaris* L. (scoarță de dracilă sau lemn galben, colectată de pe rădăcini și ramuri, primăvara) conține ~10% alcaloizi, din care berberina, alcaloidul reprezentativ poate ajunge până la 60% din totalul de alcaloizi. Acest alcaloid determină culoarea galben-aurie a produsului vegetal, este solubil în apă fierbinte, la răcire berberina depunându-se sub formă de cristale aciculare galbene; este o bază slabă.

Compoziție chimică. Alcaloizii izochinolinici prezenți în lemnul dulce sau dracilă conțin: baze cuaternare de amoniu (structură tip berberinic), baze cuaternare nefenolice (berberina, palmatina), baze cuaternare fenolice (columbamina, iatrorizina), baze terțiare (berberina) .

Structura berberinei este corect reprezentată luând în considerare cele trei structuri tautomere:



Acțiune și utilizări terapeutice. Berberina are acțiuni: coleretico-colagogă, toxică, stomahică, febrifugă, hemostatică, antimicrobiană cu spectru larg, scade presiunea arterială, iar în doze mari este deprimant al sistemului cardio-vascular.

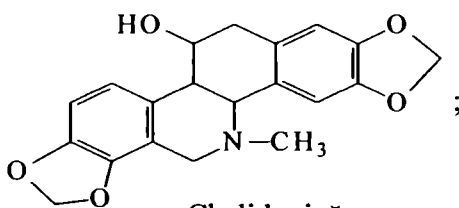
Sub formă de infuzii, tinctură sau extract fluid, produsul este utilizat în medicina populară în: tratamentul icterului, afecțiuni hepato-biliare (mărește secreția bilei și influențează calitatea acesteia prin mărirea conținutului în bilirubină, etc; efectul este rapid dar de scurtă durată), în metroragii (sângerări uterine în afara menstrei).

2.4.7.3. Alcaloizi din *Chelidonii Herba*

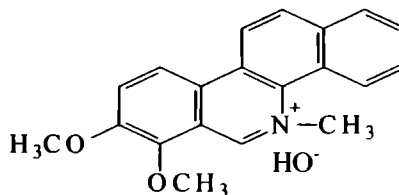
Produsul vegetal se obține prin uscarea întregii părți aeriene a speciei *Chelidonium Majus* L. (rostopască, iarbă de negi, iarba rândunicii, negelariță) în perioada de înflorire: are miros slab dar caracteristic, gust amar iritant. Caracterul particular al plantei îl constituie latexul portocaliu (la ruperea plantei) care este caustic.

Compoziție chimică. S-au izolat cca. 20 alcaloizi, care reprezintă 0,01-1,4% din partea aeriană, ajungând până la 14% în rădăcină. Alcaloizii conținuți în latexul de rostopască se clasifică în:

- alcaloizi de tip naftofenantridinic (benzofenantridinic) sunt considerați cei mai importanți și ei pot fi baze terțiare (chelidonina) și cuaternare (cheleritrina):

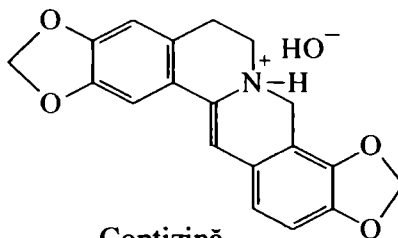


Chelidonină



Cheleritrină

- alcaloizi cu nucleu diizochinolinic, de tip baze terțiare și cuaternare de tip berberină; exemplu, berberină, coptizină



Coptizină

În rostopască, alcaloizii se găsesc sub formă de săruri ale acizilor organici: malic, citric, tartaric, chelidonic. În latex, alături de alcaloizi s-au semnalat: flavone, taninuri, ulei volatil, acid nicotinic, nicotinamidă, enzime, amino-acizi etc.

Acțiune și utilizări terapeutice. Latexul proaspăt al plantei este utilizat din cele mai vechi timpuri în medicina populară pentru îndepărtarea negilor, fapt care se poate explica prin acțiunea însumată a alcaloizilor (cu acțiune citostatică) cu aceea a enzimelor proteolitice.

Chelidonina, alcaloidul principal, este un analgezic și hipnotic asemănător morfinei, fiind totodată și spasmolitic asemănător papaverinei. Acțiunile sale sunt însă mult mai puțin intense comparativ cu cele ale morfinei și papaverinei (fără reducerea reflexelor). S-a semnalat și acțiunea citostatică a chelidoninei.

Chelerythrina este foarte toxică provocând moartea sau paralizia centrilor respirator, vasomotor, cardiac.

Extractul total de rostopască are acțiune: sedativă (centrală), spasmolitică (mai ales la nivelul bronhiilor și intestinului), uterotonică, colagogă și hipotensivă (provoacă dilatarea vaselor coronare), bacteriostatică (în special asupra germenilor gram pozitivi).

Se utilizează în: afecțiuni ale veziculei biliare, hepatite, spasme ale tractului gastro-intestinal.

Este un component al extractului „Boldocolin” și al ceaiului hepatic.

2.4.7.4. Alcaloizi din curara

Curara este renumita otravă a săgeților utilizate de indienii din bazinul Amazonului și Orinocului.

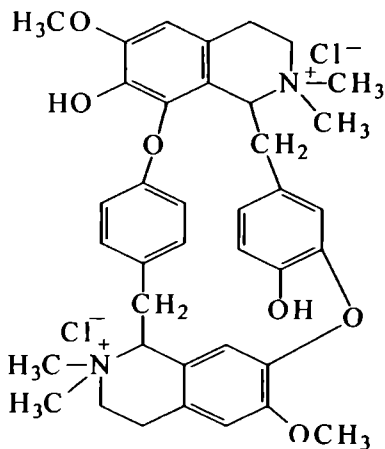
Obținerea curarei a fost mult timp ținută secretă, învăluită în mister, în jurul preparării ei circulând multe legende.

Curara este un extract obținut din produse vegetale (dintre care nu toate sunt toxice) și unele produse animale, adăugate după experiența și fantezia tribului producător. Ingredientele sunt macerate, percolate sau fierte cu apă, soluțiile fiind apoi concentrate cu încetul la foc sau soare. După 1940 s-au efectuat cercetări sistematice, chimice și farmacologice pe probe de curara obținute de membrii unor expediții americane în Matto-Grosso (direct de la producători).

Identificarea principalelor componente vegetale și stabilirea structurii chimice a compușilor constituenți, a condus la clasificarea actuală a curarelor, în două calități: curare de menispermacee și curare de loganiacee.

Curara de menispermacee este cea mai activă, conținând 2-7 % alcaloizi cu nucleu bis-benzilzochinolinic, cele două nuclee benzilzochinolinice fiind legate prin legături eterice.. Se găsesc sub formă de baze cuaternare de amoniu, solubile în apă, numite curarine și baze terțiare, insolubile în apă, numite curine (având activitate farmacodinamică redusă).

Cel mai important dintre acești alcaloizi este tubocurarina (a cărei structură a fost stabilită în 1935 de King).



Tubocurarina

Acțiune și utilizări terapeutice. Acțiunea principală a curarei, determinată de tubocurarina este paralizia mușchilor striati, ceea ce provoacă paralizia progresivă a mișcărilor voluntare. Această acțiune se manifestă numai pe cale parenterală; pe cale orală curara este inactivă.

Se utilizează în: intervenții chirurgicale, în anestezia generală, în psihiatrie, în prevenirea accidentelor provocate de tratamente prin electroșocuri, în tetanos, ca relaxant muscular.

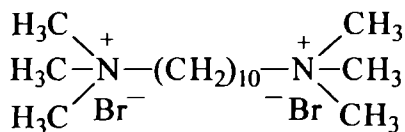
La noi în țară se folosește tubocurarina, soluție injectabilă importată din Anglia.

Curara de loganiacee conține alcaloizi cu nucleu indolic în proporție de 8-10 %. S-au evidențiat ~ 100 alcaloizi care din punct de vedere structural se grupează în:

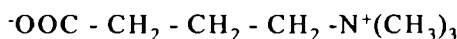
- alcaloizi de tip Yohimban;
- alcaloizi de tip stricină, care pot fi: monomeri și dimeri.

Alcaloizii dimeri sunt formați din două unități simetrice, legate de obicei prin punți metilenice.

Observație: s-a constatat că unii alcaloizi dobândesc prin cuaternizare însușiri curarizante (exemplu chinina) la fel ca și unele săruri cuaternare de amoniu. Această observație a condus la sinteza unor substanțe, ca de exemplu bromura de decametoni, mai activă decât tubocurarina (se utilizează în doze de 0,5-3 mg i.v.):



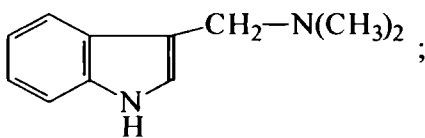
Unele betaine, ca și bazele cuaternare de amoniu, sunt otrăvuri puternice producând paralizia nervilor motori, întocmai ca și alcaloidul curara: exemplu γ -n-butiobetaina:



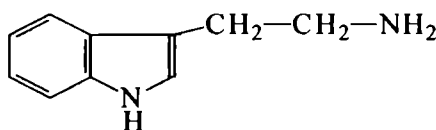
2.4.8. Alcaloizi cu nucleu indolic

Reprezintă una din clasele mari de alcaloizi (izolați peste 700) larg utilizați datorită proprietăților lor terapeutice; se găsesc în numeroase plante în special în familiile *Apocynaceae*, *Loganiaceae*, *Rubiaceae*. În majoritatea alcaloizilor nucleul indolic este condensat cu alte nuclee care în general conțin și azot obținându-se alcaloizi cu structură triciclică, tetraciclică, pentaciclică și heptaciclică.

Precursorul este triptofanul și derivații săi, ca de exemplu: triptamina, serotonină, gramină, acidul β -indolil acetic (stimulator de creștere a plantelor), fapt care explică larga răspândire a acestor alcaloizi în regnul vegetal.



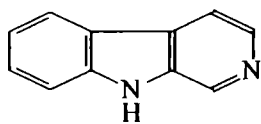
Gramină



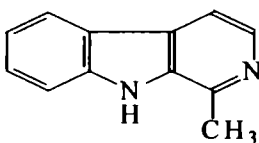
Triptamină

2.4.8.1. Alcaloizi indolici cu structură triciclică (nucleu carbolinic)

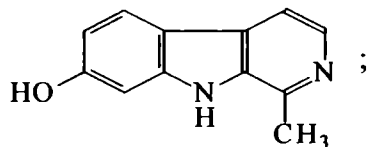
Compusul de bază este β -carbolina care conține nucleul indolic condensat cu un nucleu piridinic; derivatul 1-metilat se numește harman:



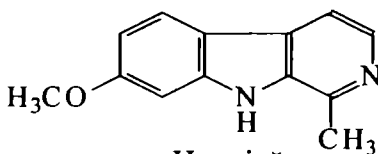
β -carbolină



Harman



Harmalină
(Harmalol)



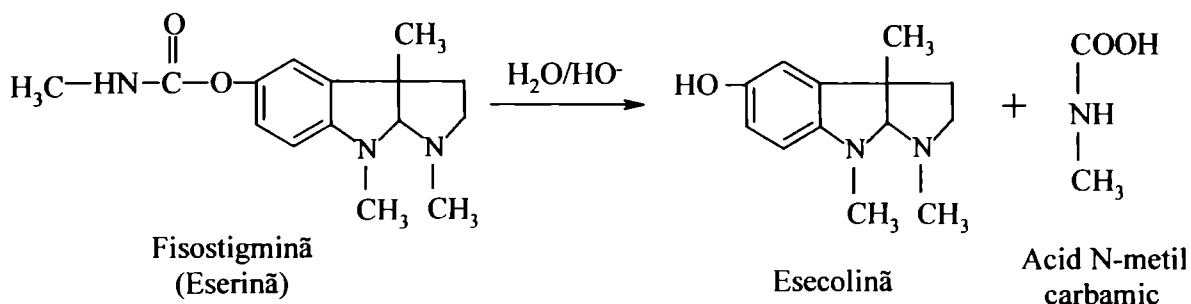
Harmină

Harmanul, harmalina și harmina au fost izolate din părțile aeriene ale speciei *Passiflora incarnata* cultivată și la noi ca plantă ornamentală, cunoscută sub numele de ceasornic sau

passiflora purpurie. Alături de acești alcaloizi (cca. 0,1 %) s-au identificat și derivați flavonici, substanțe amare, steroli etc.

Acțiuni și utilizări terapeutice. Acești alcaloizi au acțiune sedativă asupra SNC asemănătoare papaverinei. Se utilizează în stări de anxietate, insomnii, tulburări neurovegetative, în colite, gastrite. Extractul se găsește în compoziția produselor „Pasinal” și „Nervocalm”.

Structura triciclică se găsește și în alcaloizii cu nucleu indolic condensat cu un nucleu pirolidinic. Principalul alcaloid care aparține acestei categorii este fisostigmina (sau eserina) și a fost izolat din fructul viței africane (*Physostigma venenosum*), numită „sămânță de calabar”. Prin hidroliza acidă sau bazică acesta eliberează acid N-metil carbamic și se formează esecolina:



Produsul vegetal este foarte toxic și utilizat de unele triburi din Africa de Vest ca otravă în aplicarea unor hotărâri justițiare considerate a avea caracter divin (condamnaților li se dădea să bea o infuzie sau să mestече câteva semințe întregi). În coaja seminței se găsește însă o substanță cu proprietăți vomitive care uneori salvează de la moarte pe cel condamnat.

Acțiuni și utilizări terapeutice:

- acțiune anticolinesterazică, ce se manifestă la nivelul sistemului nervos parasimpatic;
- acțiune antagonistă atropinei manifestată prin: contractia pupilei (mioză), scăderea presiunii oculare (intraoculare), stimularea secreției salivare, lacrimale, sudoripare; stimularea peristaltismului intestinal.

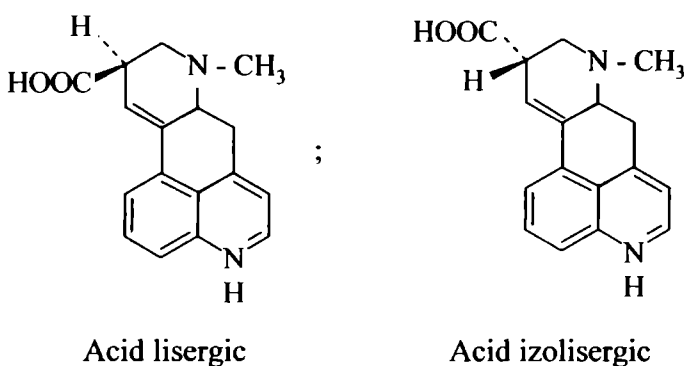
Se administrează sub formă de colire în tratamentul glaucomului, în cazul unor atonii intestinale postoperatorii, în miastenii și în neutralizarea acțiunii curarizante.

2.4.8.2. Alcaloizi indolici cu structură tetraciclică și pentaciclică

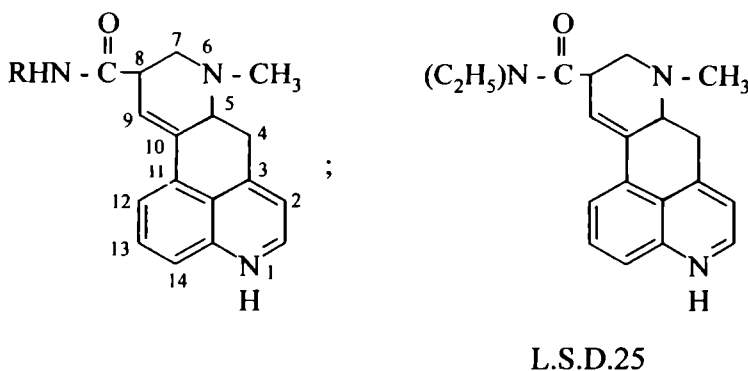
Alcaloizi din *Secale cornutum* (cornul secarei sau ergot). Ergotul sau cornul secarei este sclerotul (miceliul) uscat al unei ciuperci parazite ce crește pe diferite specii de graminee, dar mai ales pe secară (v. cap. 4.3. „**Regnul Fungi**”). Astăzi se obține prin cultură.

Istoria cunoașterii acestui produs este foarte veche, datând din Evul mediu când apar primele descrieri ale unor epidemii datorate consumului de secară infectată cu această ciupercă (*Claviceps purpurea*). Boala foarte răspândită, cunoscută sub numele de „focul Sf. Anton”, era de fapt o formă de „ergotism”. Simptomele caracteristice ale acestei boli erau: gangrenarea membrelor

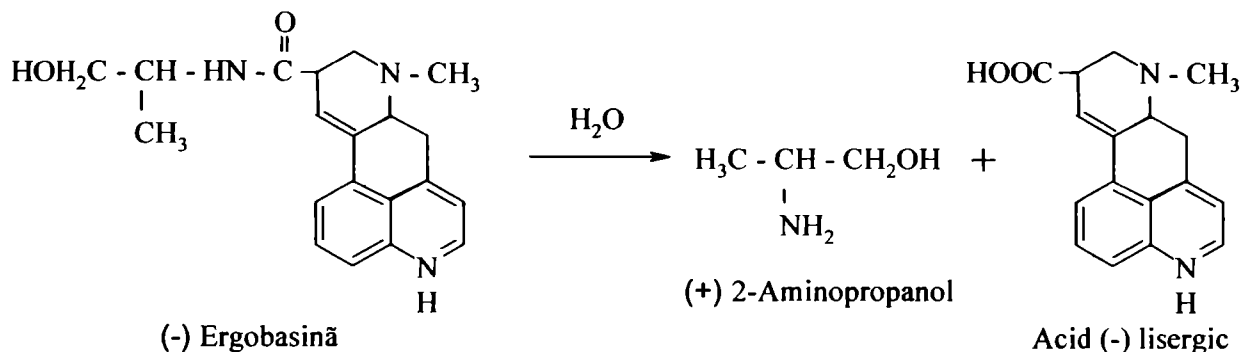
însoțite de senzații chinuitoare de arsuri urmate de desprinderea lor de corp, fără sângerare; avort spontan; convulsii puternice, adeseori cu sfârșit mortal. Abia în secolul XVII (cca. 1676) s-a dovedit că această boală se datora cornului secarei. Primul alcaloid a fost izolat în 1918, până în prezent fiind izolați 12 alcaloizi care formează două serii de stereoisomeri interconvertibili: un izomer levogir având activitate biologică și un izomer dextrogir inactiv. Izomerii levogiri sunt derivați ai acidului lisergic, iar cei dextrogiri ai acidului izolisergic. Izomerii dextrogiri se transformă în izomerii levogiri prin acțiunea acizilor slabi (acetic sau fosforic) în soluție etanolică. Izomerii levogiri se transformă în izomerii dextrogiri sub acțiunea alcaliilor în soluție etanolică sau chiar numai la fierbere în etanol. Denumirea alcaloizilor levogiri se compune cu sufixul „-ină”, iar a celor dextrogiri are sufixul „-inină”.



Alcaloizii lisergici sunt derivați amidici N-substituiți, deosebindu-se prin natura radicalului care poate fi simplă sau complexă. De exemplu în ergotamina radicalul este de natură polipeptidică:



Cu structură relativ simplă este ergobasina (se numește și ergometrină) care prin hidroliză conduce la acid (-) lisergic și (+) 2-aminopropanol.



Lisergamida de fapt N,N-dietilamida acidului lisergic cunoscută sub numele de L.S.D.25 este un produs de sinteză, a cărui acțiune a fost descoperită întâmplător (1943). Acest compus s-a dovedit a avea o puternică acțiune halucinogenă: acțiunea sa apare după 15-60 minute, atingând un maxim la 2-4 ore, continuându-se încă 6-9 ore. Se administrează per oral sub formă de soluții, băuturi și injecții subcutanate, intramusculare și intravenoase. Inițial produce o stare de excitație urmată de o stare euforică continuată cu halucinații (senzațiile și percepțiile sunt puternic afectate, apar distorsiuni vizuale, auditive, tactile, se dezvoltă imagini pulsatorii cu accentuarea culorilor: la început predominând roșu, galben și verde-deschis, iar spre final albastru și verde-închis). Perceperea timpului, spațiului, procesele gândirii sunt modificate profund; are loc o depersonalizare și deseori s-au semnalat cazuri de sinucideri și omucideri. L.S.D.-ul produce lezări cromozomiale ce conduc la malformații congenitale ale fătului, fapt pentru care a fost interzis.

Acțiune și utilizări terapeutice. Ergotul are acțiune simpatolitică (este vasoconstrictor și blocant adrenergic), acțiune ocitocică (mărește contracțiile uterine – avortiv în medicina populară), crește presiunea arterială.

Acțiunea ocitocică a fost corelată cu prezența legăturii duble între atomii C₉ și C₁₀, deoarece prin hidrogenarea acestei legături duble acțiunea ocitocică dispare.

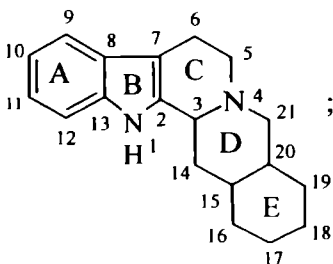
La noi produsul vegetal se folosește pentru obținerea următoarelor medicamente: „Bergonal” drajeuri, „Distonocalm” comprimate, „Ergomet” (fiole), „Bergofen”, „Cofedol”, „DH-Ergotoxina” (Hydergin-Sandoz sau Redergin – Jugoslavia).

2.4.8.3. Alcaloizi din rauwolfia

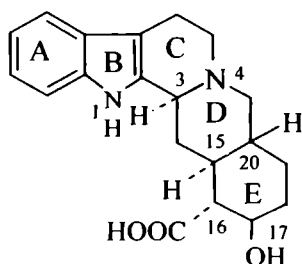
În regiunile sudice, calde și umede ale Asiei, în India, Nepal, Vietnam, în insulele Indoneziei crește arbustul *Rauwolfia Serpentina* (rauwolfia), din rădăcinile și rizomii căruia se preparau licori cu efect hipotensiv și sedativ. Deși cunoscute și utilizate din timpuri imemorabile în India și Indonezia, cercetarea și determinarea structurii chimice a compușilor responsabili pentru aceste acțiuni s-a realizat abia în jurul anului 1950 și după aceea.

Compoziție chimică. Rădăcina de rauwolfia conține 1,5-3 % alcaloizi indolici de mai multe tipuri, comun fiind un sistem pentaciclic având 19 atomi de carbon și doi atomi de azot. În prezent au fost izolați peste 50 alcaloizi. Cei mai importanți alcaloizi din punct de vedere farmacologic sunt yohimbina și reserpina.

În cazul yohimbinei ciclurile D/E sunt legate în trans în timp ce în cazul reserpinei ciclurile D/E sunt legate în cis.



Yohimbină



Reserpină

Acțiune și utilizări terapeutice

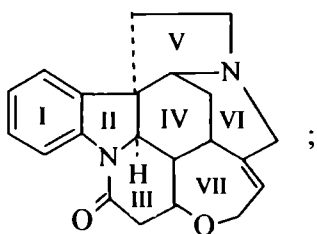
Reserpina scade presiunea arterială și are acțiune sedativă a SNC, acțiunea tranchilizantă nefiind însoțită de efect analgezic. Se utilizează în tratamentul hipertensiunii arteriale și în psihoze acute sau cronice; se administrează pe cale orală sau parenterală. Un exemplu de produs farmaceutic ce conține reserpină este „Hiposerpil”.

Yohimbina prezintă o acțiune de vasodilatație periferică și era folosită de unele triburi din Africa (Congo) ca afrodisiac.

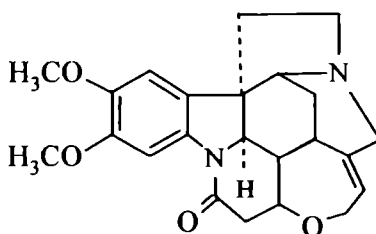
2.4.8.4. Alcaloizi indolici cu structură heptaciclică

În semințele diverselor specii de *Strychni semen* (strycnos) ce cresc în India, Ceylon, Vietnam, nordul Australiei, sudul Africii se găsesc substanțe toxice al căror efect era cunoscut de locuitorii acestor zone geografice care le foloseau pentru obținerea otrăvurilor pentru săgețile de vânătoare.

Structură chimică. Principalii alcaloizi din semințele și frunzele de *Strychnos nux vomica*, turta lupului, sunt stricnina și brucina. Deși izolate în secolul XIX, structura lor chimică a fost stabilită mult mai târziu (~ 1945), iar sinteza - abia în 1954 (Woodward).



Stricnină



Brucină

Alcaloizii indolici reprezintă 3-5% în produsul vegetal, din care stricnina este în proporție de cca. 50%.

Acțiune și utilizări terapeutice. **Stricnina și brucina sunt foarte toxici**, dar brucina este de 50 ori mai puțin toxică decât stricnina, Doza letală pentru stricnină fiind de 0,06-1 g (la om). Acești compuși sunt mai importanți din punct de vedere toxicologic decât terapeutic. În doze mici (1-2

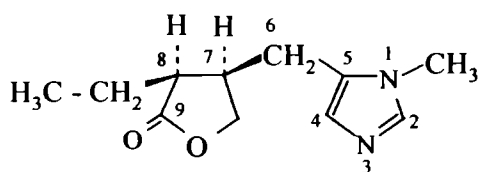
mg/zi) stricnina se folosește ca excitant în stări hipotone (gastrice, musculare și respiratorii); în doze mari (0,1-0,2 g/zi) provoacă fenomene convulsivante, tetanice, urmate de moarte prin asfixiere. Stricnina se folosește ca antidot în intoxicațiile cu barbiturice. Atât stricnina cât și brucina sunt folosite ca baze optic active pentru scindarea unor acizi racemici.

2.4.9. Alcaloizi cu nucleu imidazolic

În frunzele recoltate de la speciile sud-americe *Pilocarpus jaborandi*, *Pilocarpus microphyllus* și *Pilocarpus pennatifolius* au fost identificați o serie de alcaloizi cu nucleu imidazolic dintre care cei mai importanți sunt pilocarpina și izopilocarpina.

Compoziție chimică. Conținutul în alcaloizi totali este de 0,2-1 %, el variind în funcție de specie și de perioada de vegetație.

În frunzele proaspete cantitatea este mai mare decât în cele uscate în care se constată o diminuare de până la 2/3 din conținutul inițial. Alcaloidul principal este pilocarpina (izolat în 1871) alături de acesta identificându-se și alți compuși, ca de exemplu: pilocarpidina (în locul grupei CH₃ de la azot posedă H), pilozina și izomerii acestora: izopilocarpina, izopilocarpidina, izopilozina.



(+) Pilocarpină

În structura chimică a acestor alcaloizi se găsește un nucleu imidazolic și un ciclu γ -lactonic legate printr-o grupă CH₂. În nucleul lactonic există doi atomi de carbon chirali (C₇ și C₈) care pot prezenta configurație Z sau E și de aici apar cele

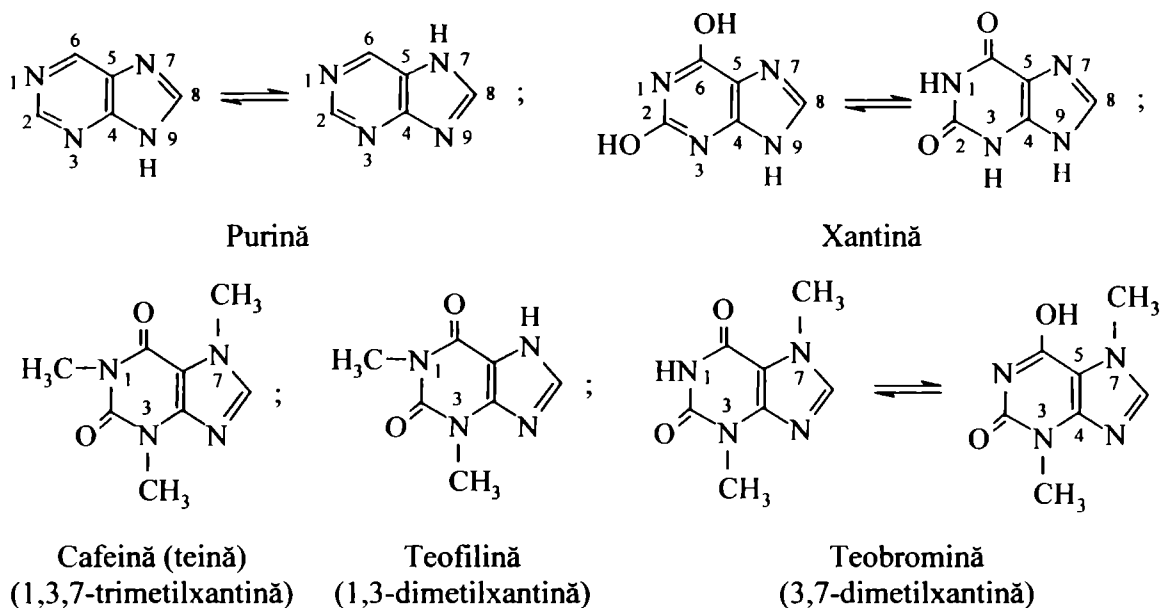
două serii de izomeri: pilocarpina este izomerul Z, iar izopilocarpina este izomer E. Izomerii Z sunt mai puțin stabili decât izomerii E: pilocarpina se transformă în izopilocarpină sub influența acizilor sau bazelor. Nucleul γ -lactonic din structura acestor alcaloizi este foarte important, fapt dovedit de pierderea proprietăților biologice după deschiderea lui.

Acțiune și utilizări terapeutice. Principala acțiune a pilocarpinei constă în creșterea secreției glandelor salivare, lacrimale, sudoripare etc., având deci acțiune antagonistă celei produsă de atropină. Se folosește în oftalmologie în tratamentul glaucomului sub formă de colire (sub formă de clorhidrat sau nitrat) pentru micșorarea presiunii intraoculare (acțiune miotică inversă celei midriatice). Stimulează musculatura netedă a tractului intestinal și de aceea se utilizează pentru creșterea tonicității și motilității acestuia. Se utilizează sub formă de loțiuni capilare pentru stimularea creșterii părului (combaterea alopeciei).

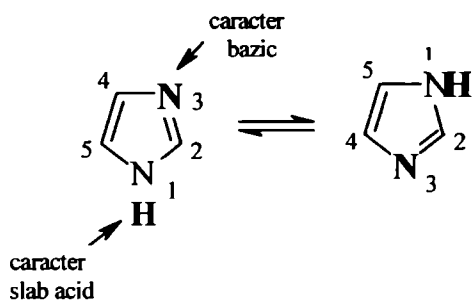
2.4.10. Alcaloizi cu nucleu purinic

Cei mai importanți sunt: cafeina, teofilina, și teobromina, produși naturali cunoscuți și utilizați din timpuri străvechi în țările de origine: India, China, Japonia, Arabia, America de Sud. Cafeaua, ceaiul și cacaoa au pătruns în Europa abia în secolul XVII fiind folosite sub formă de băuturi; mai recent se folosesc băuturi obținute industrial, ca de exemplu: Coca-Cola (extract de nucleu de Cola și adaos de cafeină), Pepsi-Cola etc. După statistici recente se pare că Suedia se află pe primul loc în privința consumului de cafea (10-12 kg/an / locuitor), iar la consumul de Coca-Cola Europa a întrecut SUA.

Structură chimică. Cei trei alcaloizi au un nucleu comun 2,6-dihidroxi-purina (xantina) și se deosebesc prin numărul și poziția grupelor metil:



Acești compuși deși au în moleculă 4 atomi de azot nu posedă caracter bazic net ci doar proprietăți amfotere, fapt pentru care unii autori nu-i consideră alcaloizi purinici (care ar trebui să posede caracter bazic net). Grupele OH din tautomerii ceto-enolici (în compușii în care atomii de azot sunt nesubstituiți) conferă un caracter slab acid; formele amidice în care sunt implicați atomii de azot 1 și 3, datorită conjugării p- π , anulează bazicitatea acestora.



Singurul atom de azot care aduce bazicitate este cel din poziția 7 sau 9 din nucleul purinic, de fapt din nucleul imidazolic (care se știe, prezintă tautomerie).

În plantele proaspete alcaloizii purinici se găsesc sub formă de complecși cu taninurile catechinice.

Cafeina - este conținută în frunzele de ceai (*Theae folium*) în proporție de 2-4 %, în boabele de cafea (*Coffeae semen*) în proporție de 0,6-2,5%, iar în nucile de Cola (*Colae nukes*) se găsește în proporție de 0,6-3 %.

Ceaiul negru (ceai chinezesc) este cel mai utilizat; el rezultă din frunzele (culese manual) care se lasă să se ofilească și apoi se supun unui proces de fermentare în camere speciale la 20-25 °C și având o anumită umiditate. Taninurile catechinice care însoțesc cafeina se transformă în aceste condiții în flobafene, care conferă alături de alți compuși aroma caracteristică și culoarea brun-închisă.

Ceaiul verde se obține prin uscarea rapidă, la o temperatură mai ridicată a frunzelor proaspăt culese, condiții în care enzimele prezente sunt distruse. Apoi frunzele uscate se supun răsucirii, uscării și selecționării.

Cafeaua verde conține un complex termolabil al cafeinei cu clorogenatul de potasiu. Prin torefiere (încălzire la foc direct) acest complex se descompune eliberând cafeina; ceilalți componenți suferă și ei diverse transformări chimice (apare un ulei volatil în care s-a indentificat tioalcoolul furfurilic, acid valerianic) care determină apariția mirosului caracteristic și gustul plăcut.

Acțiune și utilizări terapeutice. Utilizarea alimentară a cafeinei este astăzi universal răspândită datorită acțiunii ei: excitant al SNC, stimulent psihic și al activității cardiace. Datorită acidului clorogenic cafeaua are și acțiune coleretica și diuretică. Fiecărei grupe metil de la atomii de azot îi corespunde o anumită acțiune, astfel:

- cea de la N₁ determină excitarea SNC;
- cea de la N₃ determină acțiunea diuretică;
- cea de la N₇ determină acțiunea cardiotonică.

Prin stimulare cerebrală, cafeina crește activitatea intelectuală, iar oboseala și somnul sunt înlăturate. Conținutul considerabil de tanin ce o însoțesc este responsabil de gustul astringent (și caracter slab acid), în timp ce flavonele și catechinele imprimă proprietăți de vitamină P.

Băuturile obținute din ceai și cafea se obțin prin infuzare. Consumul exagerat de ceai sau cafea conduce la o intoxicație cunoscută sub numele de „teism” sau „cafeinism” care se manifestă prin insomnie, scădere ponderală, scăderea poftei de mâncare, agitație, tremurături, convulsii. Doza letală potențială este însă de circa 100 mg/corp, adică mult mai mult decât ar putea fi ingerat prin abuz de cafea. Cafeina intră în compoziția unor preparate farmaceutice; se prepară în acest scop industrial sau prin extracție din ceai sau cafea. Cafeaua solubilă (Ness Caffè) și cafeaua decofeinizată sunt obținute prin prelucrarea semințelor de cafea torefeiate, respectiv verzi.

Teofilina - însoțește cafeina în frunzele de ceai și în boabele de cafea, dar se găsește în cantitate mică: 0,02-0,04 %. Teofilina posedă o acțiune diuretică mai puternică decât cafeina.

Teofilina - însoțește cafeina în frunzele de ceai și în boabele de cafea, dar se găsește în cantitate mică: 0,02-0,04 %. Teofilina posedă o acțiune diuretică mai puternică decât cafeina. Posedă și o acțiune excitantă a SNC care în ultimul timp se apreciază ca fiind mai profundă și potențial mai periculoasă decât cea a cafeinei. În cazul unor intoxicații cu teofilină se constată: vărsături, anxietate, tahicardie, hipotensiune arterială, aritmii ventriculare, convulsii (la concentrații mai mari de 100 mg/l). Cazuri letale datorate teofilinei (folosită sub formă de aminofilina, un complex teofilin-etilendiamină cu 86 % teofilină) sunt relativ obișnuite, inclusiv cazuri de moarte subită, datorită injectării i.v. rapide și/sau hipersensibilității individuale.

Teobromina - este conținută în semințele arborelui *Theobroma cacao* (arborele de cacao) în proporție de 1-3 %, alături de mici cantități de cafeină (~ 0,2 %, ~ 5%), taninuri catechinice (cca. 50%), lipide (10-15 %), amidon, protoantociani etc. Semințele conținute în fructele arborelui de cacao sunt supuse unui proces de fermentare care durează cca. o săptămână, timp în care se petrec numeroase transformări chimice: mirosul devine aromat, culoarea trece de la alb la cafeniu-roșcat, iar gustul amar și astringent dispare (se formează flobafene).

Teobromina are cea mai puternică acțiune diuretică dintre cei trei alcaloizi purinici; de asemenea are și o acțiune vasodilatatoare, aceste proprietăți terapeutice determinând utilizarea sa ca și medicament (diuretic).

Arborele de cacao, considerat de origine divină, era cunoscut de către azteci (Mexic). În Europa semințele acestui arbore au fost introduse de spanioli (~1520) după cucerirea imperiului aztec. Pudra de cacao obținută din semințele fermentate, prăjite și măcinate se folosește pentru obținerea de băuturi sau a ciocolatei cât și altor numeroase produse de cofetărie; conținutul ridicat de lipide și glucide fac din pudra de cacao un produs alimentar valoros și plăcut.

În industria medicamentelor, pulberea de cacao se folosește la condiționarea anumitor produse farmaceutice ca un corector de gust.

2.4.11. Substanțe halocinogene fără azot în moleculă

Tetrahidrocanabinolul (THC) este principalul constituent psihoactiv din *Canabis sativa* (cânepa sălbatică), originară din India. Toate principiile active conținute în cânepa indiană sunt cunoscute sub numele de canabinoide.

Proprietățile acestei plante erau cunoscute încă înaintea erei noastre fiind folosite de locuitorii din sudul Asiei, în special din India în cadrul unor ceremonii religioase.

Tinctura și extractul din *Canabis* erau folosite în trecut și în terapeutică drept stimulente nervoase, în dureri gastrointestinale, în tulburări psihice, sedative, și hipnotice.

Sunt posibile numeroase utilizări terapeutice ale canabinoidelor:

- efect anticonvulsivant și analgezic;
- relaxant muscular;
- efect de reducere a presiunii intraoculare.

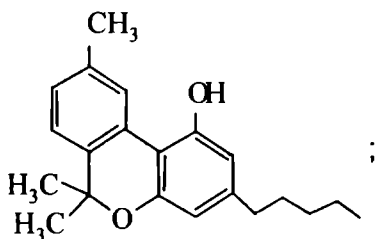
Aceste acțiuni terapeutice benefice sunt contracarate de proprietățile psihoactive ale acestor substanțe (acțiune euforică, de accentuare până la exaltare a funcțiilor de percepție însoțită de halucinații dar și de scăderea capacității intelectuale și fizice). Efectele cele mai frecvent observate (îndeosebi în cazul fumatului) sunt: senzația de relaxare și euforie moderată (ca în cazul alcoolului) însoțită de tulburări de gândire, concentrare etc. Doze mari induc senzații de depersonalizare, dezorientare, paranoia. Nu are efect afrodisiac, dozele mari scăzând libidoul.

În funcție de regiunea geografică în care se cultivă și partea de plantă folosită, drogurile obținute din cânepa indiană poartă diferite denumiri:

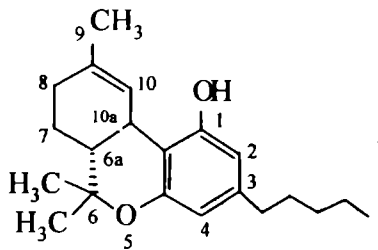
- Marijuana - reprezintă vârfurile (somitățile) florale ale plantelor femele recoltate în perioada de înflorire sau puțin după aceasta; se folosește sub formă de țigări;
- Hașisul - este rezina uscată sau presată recoltată când perii glandulari de pe frunze și flori se sparg, iar rășina revărsată acoperă frunzele cu un film lipicios. Se fumează în pipe speciale;
- Uleiul de hașis - este un extract alcoolic vâcos de culoare închisă care conține cea mai mare concentrație de THC. Se adaugă în hașis și marijuana sau se consuma prin ingerare (sub formă de pilule, siropuri, șerbet) sau inhalare și prizare.

Consumul acestor droguri induce o intoxicație majoră, numită „canabism” foarte răspândită în prezent în toată lumea.

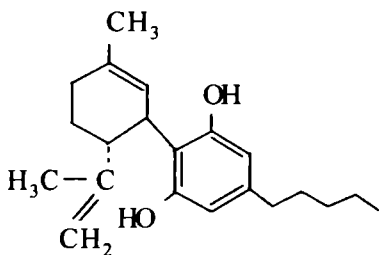
Structură chimică. Printre cele mai importante canabinoide se numără: canabidiolul, Δ^9 -THC, Δ^8 -THC și acidul Δ^9 -tetrahidrocanabinolic.



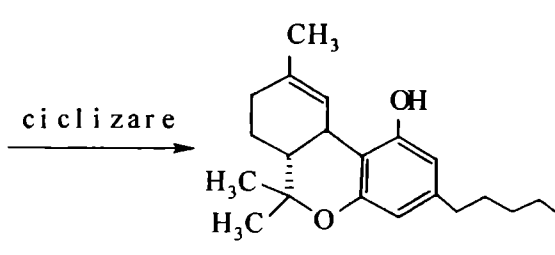
Canabinol



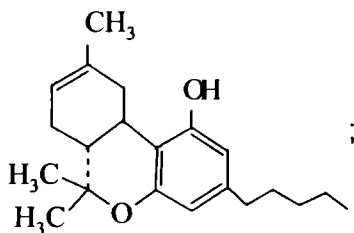
Tetrahidrocanabinol (THC)



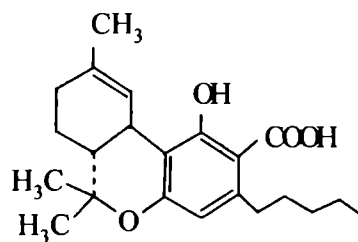
Canabidiol



Δ^9 - THC



Δ^8 - THC



Acid Δ^9 - tetrahydrocannabinolic

Efectele pe termen lung ale utilizării cronice de canabinoide sunt controversate și încă incomplet clarificate. Totuși în 1992, în SUA marijuana a fost interzisă pentru utilizare medicală. Pentru abuzul și dependența de marijuana nu există un tratament specific.

3. NUTRITERAPIE. DIETOTERAPIE

Nutriterapia sau dietoterapia este știința care se ocupă cu:

- îmbunătățirea sănătății cât și a performanțelor fizice și psihice;
- modalități de prelungire a duratei vieții, prevenirea și tratarea bolilor, prin intermediul alimentației și a unor suplimentări în micronutrienți pentru a compensa deficiențele acesteia.

Legătura dintre sănătate și alimentație i-a preocupat pe oameni din cele mai vechi timpuri, existând numeroase atestări documentare care au fost exprimate lapidar de Hipocrate (460-375): „***fie ca alimentele să vă devină remedii iar remediile alimente***”.

De-a lungul timpurilor hrana a fost considerată esențială pentru păstrarea sănătății, un adevărat medicament. Doar de puțin timp, circa 100 ani, produsele farmaceutice cu efect rapid, au trecut pe locul întâi în tratarea diferitelor boli. Ca urmare, omul modern a uitat multe din cunoștințele acumulate de strămoșii săi privind proprietățile terapeutice ale diverselor alimente.

Tradiția populară în materie de regim alimentar are o înțelepciune ce s-a verificat în timp și care astăzi este susținută științific.

Dezvoltarea științei a determinat apariția acestui nou domeniu, nutritherapia, care se ocupă de proprietățile terapeutice ale alimentației în care chimia, biochimia și medicina conlucrează în scopul aplicării rezultatelor cercetărilor științifice în beneficiul oamenilor.

Din punct de vedere chimic și biochimic, alimentele naturale conțin substanțe analoge sau compatibile cu cele ale sistemelor vii (substanțe ortomoleculare), în contrast cu medicamentele de sinteză ale căror structuri (substanțe toximoleculare) nu se regăsesc nici în natură, nici în organismul uman și care pe lângă efecte benefice produc și nedorite efecte secundare.

Se întâlnește tot mai des termenul de medicină ortomoleculară (gr. *orto* = just, corect) care reprezintă o nouă alternativă terapeutică bazată pe utilizarea proprietăților curative ale substanțelor ortomoleculare (glucide, lipide, proteine, amino acizi, vitamine, minerale, enzime) prezente în mod normal în organismul uman în concentrații variabile și caracteristice pentru diferitele funcții vitale. Această formă nouă de medicină ține cont de individ în ansamblul său și acționează în profunzime la nivelul celulei în scopul asigurării unor condiții de funcționare cât mai apropiate celor pentru care a fost programată.

Rezultatele cercetărilor privind nutritherapia și succesele raportate în domeniul prevenirii și tratării a numeroase afecțiuni, arată că această terapie este foarte promițătoare.

Nutritherapia este cu siguranță cea mai la îndemână terapie din cele cunoscute; ea este o formă de tratament și de autotratament. Practic nu există boală care să nu răspundă la această formă de

tratament și nici bolnav care să nu o poată aplica. Este binecunoscut că tratamentul oricărei boli începe cu prescrierea unui anumit regim alimentar. Indiferent dacă se urmărește vindecarea sau menținerea unei foarte bune stări de sănătate, o dietă adecvată constituie, alături de celelalte terapii, un element esențial fără de care rezultatul multor tratamente devine nesigur sau nu se menține în timp.

Avantajele nutriterapiei: nu necesită timp pentru a fi aplicată, este ieftină – căci oricum trebuie să ne hrănim, trebuie doar să știm cum, ce și când să mâncăm, fără cheltuieli suplimentare; este total nenocivă în raport cu terapia medicamnetoasă (alopată): radioterapia, terapia chirurgicală etc; influențează benefic toate planurile ființei umane, începând cu corpul fizic, continuând cu psihicul și mentalul; este baza de plecare pentru orice altă formă de tratament.

Dificultățile de ordin subiectiv, în aplicarea nutriterapie constau în: inerția în aplicarea unor obiceiuri alimentare nefaste, ridicate la rang de tradiții, actul hrănirii având un impact psihologic foarte puternic; invazia de alimente artificiale, mai ieftine (aparent), ușor de consumat, extrem de intens și indecent mediatizate care devin o tentație permanentă și nefastă; nivelul redus de informare a publicului larg asupra importanței alimentației naturale, a riscurilor prezentate de alimentele supraprelucrate, suprarafinate și chimizate; compromiterea terapiilor naturale de răuvoitori; existența la nivel de masă a unor idei primitive, de genul: „*omul trebuie să țină regim când este bolnav, în rest trebuie să mănânce și să bea cât poate și ce poate*”; dezinteresul omului modern pentru calitatea propriei vieți, dezinteres apărut ca urmare a ignoranței, a punerii accentului pe confort și pe reușita materială.

Cu toate că în prezent nutriterapia ocupă un loc important în cadrul terapiilor alternative, din nefericire ea este încă puțin încorporată în viața cotidiană a fiecăruia dintre noi, marea majoritate a oamenilor hrănindu-se greșit și haotic. Pentru menținerea unei bune stări de sănătate devine esențial de a integra obișnuințelor noastre o alimentație naturală, susținută și de suplimente alimentare pentru a contracara efectele nocive ale majorității produselor alimentare rafinate și chimizate în care nutrienții valoroși conținuți inițial sunt diminuați sau chiar distruși în totalitate.

Să nu uităm că tot Hipocrate spunea: „**Omule ești primul tău medic! Ești ceea ce mănânci!**”

Alegerea unei alimentații corecte și benefice este esențială și ea trebuie individualizată fiecărei persoane ținând cont de vârstă, sex, starea de vitalitate, condiții de viață, caracteristici fizice, psihice și mentale.

Parafrazându-l pe Hipocrate se poate afirma că sănătatea omului depinde de alimentele pe care le mănâncă, de apa pe care o bea și de aerul pe care-l respiră.

Energetica corpului uman. Corpul nostru este în primul rând un sistem energetic; organele sunt ansambluri de celule caracterizate printr-un anumit conținut energetic. Organismul nostru

funcționează bine numai dacă este alimentat cu un „combustibil” eficient.

Combustibilul generator de energie pentru corpul nostru provine din ceea ce asimilăm din alimentele ingerate. Pentru a putea fi folosite de organism toate alimentele trebuie să sufere procesul de digestie; contează nu atât ce avem în farfurie ci mai ales ce poate folosi organismul nostru din ceea ce mâncăm.

Pentru asigurarea sănătății și a stării noastre de bine este necesar să cunoaștem de ce are nevoie organismul nostru și ce transformări suferă alimentele ingerate.

Din punct de vedere chimic, organismul uman are nevoie de 5 categorii de substanțe indispensabile bunei sale funcționări numite nutrienți sau elemente nutritive:

- | | | |
|------------|---|----------------|
| - glucide | } | macronutrienti |
| - proteine | | |
| - lipide | | |
| - minerale | } | micronutrienti |
| - vitamine | | |
| - apa | | |

Micronutrienții nu pot furniza ei înșiși energie în timp ce macronutrienții pot, dar numai în prezența unor cantități suficiente de micronutrienți capabili să elibereze această energie.

3.1. Starea de sănătate

Starea de sănătate presupune armonie psihică (mentală și emoțională) corelată cu armonia structurii energetice (funcționale) și a celei fizice (somatice) manifestată în contextul social și universal.

Sănătatea este rezultanta desfășurării în condiții optime a tuturor funcțiilor organismului fără existența unui semn de evoluție anormală și fără nici o intervenție externă, ca urmare a liberei circulații a energiei în organism.

Perturbarea energiei celulelor organismului conduce la ceea ce numim curent boală. Atât sănătatea cât și boala sunt stări ale aceluiași sistem determinate de starea de echilibru, respectiv de cea de dezechilibru a microcosmosului individual.

Cauza bolilor constă în acumularea unor stări și energii negative care nefiind depășite și eliminate, stagnează și generează un blocaj în curgerea liberă a fluxurilor energetice prin organism. Acest blocaj energetic determină acumularea de toxine al căror echivalent dat de medicina modernă este stresul oxidativ și este determinat de speciile reactive de oxigen care prin reactivitatea și agresivitatea lor sunt capabile să atace și să modifice orice moleculă organică conducând la apariția simptomelor bolilor. Acest proces de îmbolnăvire poate fi comparat cu schimbarea stării de agregare a unei substanțe: din faza gazoasă în faza lichidă și apoi în stare solidă.

Procesul de vindecare necesită conștientizarea defectelor și trăirilor noastre și eliminarea lor, adică eliminarea blocajelor și restabilirea liberei circulații a energiilor din organism.

Eliminarea blocajelor, adică a toxinelor, se realizează prin stimularea eliminărilor acestora pe diferite căi naturale (urină, transpirație, scaun, expectorație etc) cât și prin folosirea de remedii antioxidante.

Medicina științifică practică cunoscută și sub numele de medicina alopata folosește o serie de procedee specifice de tratament convenționale, cum sunt: chirurgia, reanimarea, terapia intensivă, chimioterapia, psihoterapia etc.

Medicina naturală realizează un proces curativ prin stimularea mijloacelor naturale, fiziologice ale organismului și nu neapărat remedii care provin din natură, ceea ce corepunde termenului de *medicină naturistă*.

„Natura – spunea Galenus – este cel mai bun medic: vindecă trei sferturi dintre bolnavi și, în plus, nu-și bârfește colegii”, subliniind astfel importanța mecanismelor naturale, firești, proprii organismului în obținerea unei adevărate vindecări, profunde și durabile.

A defini terapia naturală este foarte dificil pentru că este greu să definești ceea ce este natural, ceea ce nu poate fi altfel, ceea ce a fost mai întâi, cu mult înainte de ceea ce se consideră astăzi ca fiind oficial acceptat.

Medicina naturală include terapii neconvenționale care se constituie în alternative la medicina alopata. Terapiile naturale legal admise în țara noastră și care sunt practicate doar de medici sunt: fitoterapia, acupunctura, homeopatia și kinetoterapia.

Fitoterapia utilizează ca mijloc de tratament plantele, în întregime sau doar anumite părți și/sau extractele obținute prin procedee simple de extracție cum sunt: infuzare, macerare, extracție cu alcool, ulei etc. Ceea ce caracterizează fitoterapia și o deosebește de alopatie este utilizarea extractelor totale ale substanțelor active și nu folosirea lor izolată. Remediile din plante acționează doar când este necesar și atunci cu o intensitate moderată și blândă, adaptată gravității situației, corectând mecanismul perturbat.

Fitoterapia este benefică prin mai multe tipuri de acțiuni farmacologice: prin aportul unor principii care lipsesc din organismul bolnav; prin inhibiția dezvoltării unor microorganisme patogene (plante cu efect bactericid sau antiparazitar); prin efect trofic local (plante cicatrizante); prin efectul „contraria” (plante diuretice, tonic cardice, antalgice etc).

Dacă nu este bine cunoscută, fitoterapia poate da accidente terapeutice prin utilizarea incorectă a unor plante toxice.

Acupunctura, terapie a medicinei tradiționale chineze, are drept scop reechilibrarea energiilor perturbate din libera lor circulație în organism, ceea ce înseamnă de fapt însănătoșirea celui bolnav. Practic această terapie constă în înțeparea anumitor puncte tegumentare bine determinate, corespunzătoare unor organe și funcțiilor acestora. Acțiunea favorabilă a acestor înțepături are la bază capacitatea organismului de a fi reflexoreactiv și de a folosi forțele proprii de reechilibrare.

Accidentele terapeutice în folosirea acestei metode sunt minore sau în cele mai multe cazuri sunt absente.

Homeopatia se bazează pe următoarele principii: al similitudinii, al dozei infinitezimale și al individualizării.

Medicamentele homeopatice sunt în proporție de peste 90 % de origine vegetală, restul de origine minerală și animală, nici unul nefiind obținut prin sinteză chimică.

Conform principiului dozei infinitezimale substanțele sunt supuse unui proces de diluare și dinamizare: prin diluare se elimină efectele nocive ale substanței și prin dinamizare se potențează efectele ei curative, acestea fiind motivele principale pentru care homeopatia nu are efecte secundare sau adverse.

Medicamentele homeopatice pot fi unitare, adică un singur component sau complexe, formate dintr-un amestec de componente.

Forma uzuală de prezentare a medicamentelor homeopate este aceea de granule sau globule dar și ca tablete, unguente, soluții buvabile sau injectabile, ovule etc. Medicamentele, mai ales cele sub formă de granule, au un mod de administrare aparte: se ating doar cu plastic, lemn sau hârtie, nu cu mâna și se sug sublingual.

Conform principiului individualizării, homeopatia tratează bolnavi și nu boli, de aceea pacienții care din punct de vedere alopatic au același diagnostic, sunt tratați de cele mai multe ori cu medicamente homeopatice diferite.

Homeopatia este din ce în ce mai folosită în special în cazurile în care medicina alopatică este inefficientă cât și în cazurile pacienților care nu tolerează tratamentele fitoterapeutice.

Apiterapia se bazează pe proprietățile excepționale ale produselor stupului: miere, lăptișor de matcă, polen, propolis, ceară, venin, pe care le folosește pentru obținerea a numeroase forme farmaceutice utilizate atât de medicina alopatică cât și de medicina naturală.

Utilizarea produselor stupului în scopuri terapeutice este mult mai veche decât documentele scrise care atestă acest fapt. Asocierea produselor apicole cu plantele medicinale este de asemenea cunoscută și folosită încă înaintea erei noastre și se utilizează în continuare și astăzi pentru rezultatele sale deosebite.

Kinetoterapia este o metodă de tratament care se bazează pe efectele benefice ale mișcării prin gimnastică medicală și masaj terapeutic.

Mișcarea are un rol esențial în păstrarea sănătății și prevenirii bolilor căci *„nimic nu slăbește și nu distruge corpul omului ca o îndelungată inactivitate fizică”* (Aristotel). *„Minte sănătoasă în corp sănătos”* se obține prin practicarea mișcării în diferite forme de sport, funcție de individ și de alegerea acestuia.

3.2. Apa

Apa este substanța absolut necesară pentru întreținerea vieții și este situată ca importanță vitală, imediat după aer.

Peste 2/3 din masa corpului omenesc o formează apa: în embrion apa este prezentă ~ 74%; la nou născuți ~ 72%; la adolescenți ~58%; la adulți ~51-53%; la omul în vârstă < 50%.

Scăderea proporției apei în organism contribuie la procesul de îmbătrânire și face parte din acesta. Cei mai mulți oameni în vârstă sunt slabi, „uscați” sau „se usucă”, aceasta pentru că odată cu trecerea timpului celulele își pierd din capacitatea lor de a reține apa.

În lumea vie apa este cel mai abundent compus chimic; ea există în interiorul celulelor, la suprafața celulelor, și în afara lor, există ca apă constituțională, dar și ca metabolit universal îndeplinind fie rol de reactant, fie rol de produs din reacțiile biochimice .

Struktură și proprietăți

Datorită aranjamentului aproape tetraedric al electronilor în jurul atomului de oxigen, fiecare moleculă de apă este potențial capabilă să formeze legături de hidrogen cu 4 molecule de apă vecine; această structură tetraedrică, simetrică, cristalină se realizează în gheață, dar pe măsură ce temperatura crește se trece la starea lichidă în care aceste legături de hidrogen se desfac, se micșorează ca număr, existând însă posibilitatea refacerii lor rapide. S-a dovedit că în intervalul 35-42 °C apa se află în stare fluidă având în proporții egale structură cristalină și structură caracteristică stării lichide. Această structură cu instabilitate foarte mare, când de cristal când de lichid, favorizează realizarea reacțiilor biochimice care generează energie și întrețin viața la o temperatură de ~37 °C.

Este bine cunoscut că în condiții de laborator realizarea reacțiilor biochimice ar necesita condiții energice de temperatură, presiune și catalizatori performanți.

Proprietățile fizice și chimice ale apei sunt determinate de structura sa polară, de capacitatea de a forma legături de hidrogen cu compuși polari (neionici, organici sau anorganici) și de a hidrata compușii ionici, moleculele apei înconjurând ionii acestora.

Se știe astăzi că apa și producții săi de ionizare determină structura caracteristică și proprietățile biologice ale proteinelor, acizilor nucleici, membranelor, și ale multor altor componente celulare.

Apa se “uzează” cu vârsta în sensul că își modifică compoziția izotopică și structurală câpătând astfel proprietăți diferite de cele avute inițial.

În organismul omului ca și în cel al animalelor și al plantelor, rolul apei este vital: ea are rol structural intrând în compoziția a numeroase geluri din organism; ea transportă atât substanțele nutritive rezultate din prelucrarea alimentelor cât și toxinele provenite din procesul de asimilare a hranei în organism; este mediul în care se petrec toate transformările chimice ce au loc în celule și

țesuturi, deci are rol de solvent; este vectorul prin care multe substanțe sunt deplasate de la locul de formare în alte organe, unde le așteaptă alte transformări (ex: muschii în activitate consumă glucoza care este pusă la dispoziție din ficat prin detașarea din glicogen); lubrefiază suprafețele delicate ale unor organe: ochi, intestine, plămâni, articulații; trebuie socotită drept ***cel mai important aliment***: numeroase procese chimice și fizice care se petrec în țesuturi și celule se resimt imediat când procentul de apă din organism scade; rol de a elimina (drena) toxinele din organismul nostru; previne supraîncălzirea organismului, evaporându-se sub forma transpirației: zilnic (în 24 de ore) pierdem în medie:

- 0,05 L în timpul mersului (1/2 h);
- 0,01 L în timp ce ne spălăm (1/ 2h);
- 0,75 L în timpul muncii la birou (8 h);
- 0,09 L în timpul mesei (1,5 h);
- 0,264 L în timpul petrecut în fața televizorului, a cititului și a altor activități sedentare (3,5 h);
- 0,74 L în timpul celor 8 ore de somn.

Pentru a se menține în formă, corpul nostru are nevoie de o dietă al cărei conținut în apă să se apropie de aproximativ 70%.

Apa necesară organismului poate proveni direct din apa băută, dar și din alimentele care o conțin în stare naturală; aceste alimente sunt fructele și vegetalele crude, laptele și ouăle crude. Celelalte alimente, prelucrate termic, își pierd apa și devin „concentrate”.

Faptul că o largă pătură a populației are probleme de sănătate, arată că oamenii nu-și curăță corpul în interior și aceasta se datorează modului defectos de a se alimenta. Această curățire internă a corpului se face mai eficient prin intermediul unei alimentații cu conținut mare de apă care să favorizeze desfășurarea armonioasă a activității organelor corpului. De aceea trebuie să ne punem întrebarea: *oare mâncarea pe care o consumăm va contribui la purificarea corpului sau la îmbâcsirea lui cu toxine ?*

Consumul apei

Se recomandă a se bea zilnic în medie 2 l apă, preferabil apa de izvor, plată și uneori apa de la robinet*. Cei ce consumă foarte multe fructe și legume crude nu mai simt aproape deloc nevoia de a bea apă. Cercetările au arătat că apa conținută în vegetale este o apă ușoară, cu efecte curative, o adevărată apă „vie”. Se recomandă a nu se bea apă la masă sau imediat după masă deoarece apa diluează sucurile gastrice și îngreunează sau împiedică digestia.

*Când avem bănuieli asupra calității apei potabile se recomandă a o expune la lumină sau la soare, după ce în prealabil i-am adăugat o linguriță de argilă pudră sau o lingură de suc de lămâie (după câteva ore vom avea o apă potabilă de calitate).

Compoziție chimică

Datorită celor doi izotopi ai hidrogenului, formula chimică a apei poate fi: H_2O , HDO și D_2O ; în general apa constituie un amestec în proporții variabile al celor trei specii chimice; s-a determinat că în apa potabilă în medie există 142-150 mg D_2O /l. Apa grea, de fapt apa cu un conținut ridicat în deuteriu este folosită în tehnologia nucleară; apa grea nu poate fi asimilată de organism, duce la îmbătrânire prematură și moarte fizică, de aici și asimilarea de „apă moartă”.

Apa ușoară sau apa cu un conținut redus de deuteriu introdusă în organism asigură o stare de sănătate superioară, o longevitate sporită și are calități terapeutice, fiind un adevărat medicament de unde și asimilarea de „apă vie”.

Obținerea apei ușoare. Apa potabilă, de la robinet, purificată prin procese de filtrare și dezinfectare, pentru a fi băută necesită în continuare alte etape de epurare. Cele mai la îndemână modalități de purificare sunt: fierberea și înghețarea.

Fierberea duce la distrugerea microorganismelor care au trecut prin procesele de epurare din stații.

Înghețarea duce la eliminarea unei mari părți din substanțele chimice conținute, pe baza temperaturilor diferite de înghețare a apei poluate comparativ cu cea a apei pure. Astfel, apa grea are punctul de înghețare în jur de $+3^{\circ}C$, deci superior apei obișnuite, iar apa care conține agenți poluanți (azotați, fenoli, pesticide) are punctul de înghețare la circa $-3^{\circ}C$; prin înghețări succesive și fracționate se poate obține apa purificată sau ușoară*.

Este bine cunoscut că locuitorii din apropierea zonelor polare care sunt obligați să consume apă obișnuită prin topirea gheței, mai tot timpul anului, sunt mult mai sănătoși ca locuitorii zonelor mai calde.

Proprietățile terapeutice ale apei ușoare, cu un conținut redus de deuteriu se bazează pe: proprietățile ei fluidizante asupra sângelui și limfei, stimulente ale metabolismului; acțiune antioxidantă, antitoxică, ușor diuretică și antiplachetară.

Această apă este indicată în: afecțiuni cardio- și cerebro-vasculare, hepatobiliare, reumatismale, lupus eritematos diseminat, diabet, toxemii, boli renale și cancer.

Surse de apă ușoară. Apa ușoară este un subprodus al uzinelor de obținere a apei grele de la Halânga-Turnu Severin, Râmnicu Vâlcea (a cărei instalație a fost premiată cu aur la Salonul de Inventică de la Geneva 2001).

*Un vas cu apă pus în congelator pentru 2-3 ore formează un strat de gheață de 1-2 mm care trebuie aruncată ea reprezentând de fapt apa grea congelată. Restul de apă se lasă la congelator 4 –5 ore până îngheață cam 2/3 din volumul ei. Apa care nu a înghețat se aruncă căci este apa care conține agenții poluanți conținuți. Gheața rămasă se lasă să se topească la temperatura camerei obținându-se apă purificată sau ușoară.

Sursa cea mai accesibilă de apă ușoară și cu numeroase valențe terapeutice este constituită de legumele și fructele în stare crudă.

Pentru tratament apa ușoară se administrează ca atare, fie se folosește la prepararea unor remedii terapeutice (ceaiuri, macerate, și extracte hidroalcoolice) sau a alimentelor de regim deoarece le sporește efectul curativ.

3.3. Echilibrul acido-bazic

Echilibrul acido-bazic se referă la raportul dintre aciditate și alcalinitate în umorile (lichidele) din interiorul organismului uman. El are un rol hotărâtor în funcționarea tuturor celulelor organismului, a biocatalizatorilor din seria vitaminelor, hormonilor etc.

Sângele uman posedă un pH fiziologic =7,35 (7,30-7,42); dacă: pH < 7,35 se vorbește despre acidoză, iar dacă pH > 7,35 se vorbește despre alcaloză.

Dacă devierile depășesc limitele între minim 6,8 sau maxim 7,8 se produce starea de comă sau poate interveni chiar moartea.

Sângele uman este compus din 20% (1/5) substanțe acide și acizi și 80% (4/5) substanțe alcaline și baze. În general modul de alimentație al omului modern produce exces de acizi în organism, constituind astfel punctul de plecare al multor boli.

Substanțele minerale dețin rolul primordial în menținerea echilibrului acido-bazic, realizând echilibrul hidro-electrolitic al apei (2/3 din greutatea corpului și a sărurilor minerale în stare ionică). Toate celelalte schimburi metabolice au loc în strânsă legătură cu echilibrul hidro-electrolitic și sunt puternic influențate de devierile pH-ului spre alcalinitate sau aciditate.

Reglarea echilibrului acido-bazic se face atât prin mecanisme fizico-chimice cu interacție imediată, datorate sistemelor tampon: - acid carbonic/bicarbonat de sodiu; fosfat monosodic/fosfat disodic; hemoglobină acidă/hemoglobină de potasiu, etc. cât și prin mecanisme biologice cu intervenție tardivă cum ar fi: eliminarea CO₂ din plămâni; eliminarea: H⁺ de către rinichi în caz de acidoză, sau a bicarbonatului de sodiu în caz de alcaloză; neutralizarea de către ficat a substanțelor acide sau alcaline; eliminarea prin piele a acidului lactic acumulat în urma efortului muscular; creșterea acidității sucului gastric și scăderea alcalinității sucului pancreatic în acidoză.

Este bine stabilit faptul că echilibrul acido-bazic este determinat de caracterul acidifiant sau alcalinizant al alimentelor ingerate.

Nutriționiștii arată că modul în care se alimentează omul modern produce de obicei exces de acizi în organism. Caracterul acidifiant sau alcalinizant al alimentelor prin care este influențat echilibrul acido-bazic al sângelui se stabilește experimental prin dozajul mineralelor care se găsesc în ele și prin observarea efectelor care apar în urma consumului acestora (în special prin determinarea pH-ului urinar). Alimentele care după oxidare, aduc organismului materii acide având

la bază metaloizi (clor, sulf, fosfor etc) sunt denumite acidifiante; alimentele care după oxidare procură organismului materii alcaline având la bază metale (calciu, sodiu, magneziu, etc) sunt denumite alcalinizante.

Alimente acidifiante sunt:

- produsele animale: carne și mezeluri (generatoare de acid uric);
- zaharurile și produsele zaharoase;
- alcoolul;
- alcaloizii: cafea, cacao, ceai, ciocolată;
- grăsimile prelucrate: margarină, uleiuri rafinate.

Alimente alcalinizante sunt:

- legumele: feculente (cartof, nap, manioc); rădăcinoase (morcovi, țelină, păstârnac, sfeclă, ridichi); cu bulbi (usturoi, ceapă, praz); verzi (varză, castravete, dovlecel, mărar, lăptuci, spanac, păpădie, unișor (creson), cicoare.
- fructele zaharoase sunt alcalinizante la maturitate și acidifiante când sunt imature.

Alimente ideale, deși ușor acidifiante sunt:

- produsele lactate: lapte, iaurt, brânză, unt;
- ouăle: albușul este puternic acidifiant, gălbenușul este alcalinizant;
- mierea;
- legumele verzi cu excepția măcrișului și reventului, care conțin acid oxalic.

În concluzie, știind că organismul uman este alcalin prin structură și acid prin funcționare se impune o alimentație bogată în crudități deoarece menținerea echilibrului acido-bazic joacă un rol fundamental în asigurarea unei bune stări de sănătate.

3.4. Alimentația

Pentru a înțelege rolul alimentației nu numai în tratarea unor boli, ci și în menținerea sănătății se impune cunoașterea mecanismului transformării hranei în principii nutritive.

Prima etapă o constituie **digestia**, care cuprinde transformările suferite de alimente în tubul digestiv și etapa a II-a reprezintă utilizarea de către organism a substanțelor rezultate în procesul digestiei, adică **metabolismul**.

Sistemul digestiv este compus din tractul gastro-intestinal și din glandele anexe. Tractul intestinal începe cu cavitatea bucală și se termină cu anusul, trecând prin faringe, esofag, stomac, intestinul subțire (compus din: duoden, jejun și ileon) și intestinul gros (compus din cecum, colonul ascendent, colonul descendent, sigmoid și rectum). Glandele anexe sunt: glandele salivare, ficatul, vezica biliară, pancreasul și glandele din mucoasa intestinului subțire.

3.4.1. Digestia

Digestia este constituită dintr-o sumă de reacții de hidroliză care sunt catalizate de enzime* specifice, active doar la anumite valori de pH.

Inițial alimentele sunt fărâmițate prin masticăție și amestecate cu salivă; saliva prin intermediul ptialinei și a altor enzime degradează amidonul în dextrine și maltoză: pH optim >7, neutru sau alcalin.

- Alimentele astfel însalivate ajung în stomac (prin faringe și esofag) unde prin mișcărilor peristaltice ale mucoasei acestuia sunt amestecate cu suc gastric, care cu ajutorul acidului clorhidric, pepsinei și a altor enzime specifice secretate de mucoasa gastrică transformă proteinele în polipeptide și peptide. Alcoolul poate fi absorbit la nivelul mucoasei stomacale.
- Amestecul rezultat trece în intestinul subțire în care:
 - Glucidele sunt degradate de secreția pancreatică în maltoză și lactoză care la rândul lor sunt transformate de sucul intestinal în principal în glucoză;
 - Polipeptidele și peptidele sunt transformate mai departe sub acțiunea tripsinei din suc intestinal și a chimotripsinei din suc pancreatic, în aminoacizi;
 - Lipidele, emulsionate de sărurile acizilor biliari sunt transformate sub influența lipazelor în glicerină și acizi grași.

În intestinul subțire pH-ul optim este alcalin 7-9, în timp ce în stomac pH-ul optim este acid 2-4. Apa și sărurile minerale sunt absorbite pe toată lungimea tubului digestiv, deși absorbția cea mai intensă are loc la nivelul intestinului subțire. Secrețiile enzimatice sunt în funcție de alimentele ingerate: glandele specializate reacționează la stimulii înregistrați de creier și emit enzime specifice** fiecărui aliment ingerat:

*Enzimele sunt catalizatori organici produși de celula vie, de aceea sunt numiți curent biocatalizatori, înlocuind termenul mai vechi de fermenți. Enzimele permit realizarea cu deosebită ușurință în organismele vii a unor reacții în condiții în care chimistul nu le-ar putea realiza în laborator. Enzimele sunt compuși macromoleculari de natură proteică și ele se găsesc în toate organismele vii, vegetale sau animale. Pe baza a numeroase constatări și experiențe s-a dovedit că enzimele sunt catalizatori extrem de activi chiar în concentrații foarte mici; ele catalizează doar reacțiile termodinamic posibile în sensul stabilirii unui echilibru. Între enzime și catalizatorii chimici există atât asemănări cât și deosebiri. Pentru a cataliza o reacție a unui substrat, o enzimă necesită obligatoriu prezența unei coenzime; enzima este adaptată specific substratului în timp ce coenzima poate participa la reacțiile unui număr mare de substraturi însă de fiecare dată împreună cu o altă enzimă. Rezultă, că spre deosebire de enzime care au o specificitate înaltă, coenzimele sunt mai puțin specifice. În timp ce enzima fixează și uneori activează substratul, coenzima participă la reacție suferind o transformare chimică; într-o etapă ulterioară coenzima modificată revine la starea inițială putând astfel participa la o nouă reacție. În general vitaminele joacă rol de coenzimă în multe reacții enzimatice.

**În corpul uman există două tipuri de enzime: enzimele endogene care sunt secretate de glandele digestive și enzimele exogene pe care organismul nu și le poate sintetiza și care realizează metabolismul celular. Aceste enzime exogene întocmai ca și vitaminele atât de necesare organismului uman pot fi procurate printr-o alimentație pe cât de simplă pe atât de eficientă și așezată pe bază de crudități. Enzimele prezente într-o plantă tânără, gata să încolțească (germeni de grâu sau alți embrioni de semințe obținuți prin încolțire) în legume și fructe proaspete, în laptele crud și gălbenușul de ou sunt oferite de natură pentru a da energie, rezistență organismului uman (și animal) și pentru a-i asigura acestuia o bună funcționare și a-i crește imunitatea împotriva bolilor. Prin îmbătrânire numărul enzimelor scade și o dată cu acesta și puterea de viață. Pentru a amâna acest proces de îmbătrânire se impune a ajuta organismul printr-o alimentație în care cruditățile să fie nu numai alimente dar și medicamente.

- saliva - își adaptează secrețiile enzimatice la felul alimentului;
- suc gastric - își poate modifica pH-ul de la acid la aproape neutru, funcție de natura alimentului;
- suc pancreatic și suc intestinal - sunt cele mai importante deoarece ele realizează digestia tuturor constituenților alimentelor și pH-ul optim este cel alcalin (pH = 7-9).

În tabelul 3.1. sunt sumarizate principalele secvențe ale digestiei celor mai importante componente ale hranei în tractul gastro-intestinal.

Tabelul 3.1. Digestia principalelor componente ale hranei în tractul gastro-intestinal

Porțiunea	Amidonoase	Lipide	Proteine
Cavitate bucală	Sub acțiunea <u>ptialinei</u> (amilaza) amidonul este scindat în dextrine și maltoză pH optim >7	Lipidele nu suferă digestia bucală ci doar un proces de fărâmițare.	Proteinele grase și slabe nu suferă digestia bucală ci doar un proces de fărâmițare
Stomac	Continuă acțiunea <u>ptialinei</u> până când pH-ul acid o inactivează pH optim 2-4	-	Sub acțiunea <u>acidității</u> și a <u>pepsinei</u> trec în polipeptide și peptide
Intestinul subțire	- Sub acțiunea <u>amilazei</u> <u>pancreatice</u> , amidonul netransformat trece în maltoză - Sub acțiunea enzimelor din <u>sucul intestinal</u> dizaharidele sunt transformate în monozaharide care sunt absorbite pH 7 - 9	Sub acțiunea <u>lipazelor</u> <u>pancreatice</u> și a <u>bilei</u> , grăsimile sunt transformate în acizi grași și glicerina care sunt absorbite.	- Sub acțiunea <u>tripsinei</u> și a <u>chimotripsinei</u> , se continua hidroliza polipeptidelor. - Sub acțiunea <u>enzimelor din suc pancreatic și intestinal</u> , polipeptidele și peptidele sunt hidrolizate la aminoacizi care sunt absorbiți
Intestinul gros	Unele bacterii pot hidroliza anumite fibre vegetale (celuloza) obținându-se glucoza care se absoarbe	Fbrele vegetale pot conține unele grăsimi și/sau colesterol pe care le-au absorbit și care se îndepărtează prin fecale	-

Zahărul din fructe (fructoza) este direct asimilabil ne mai având nevoie de digestie. Fructele generează mai multă energie decât necesită pentru digestie, de aceea nutriționiștii recomandă un mic dejun format predominant din fructe. Diglucidele cum este zaharoza necesită mai întâi o hidroliză la nivel intestinal pentru a conduce la monoglucidele constituențe ce sunt absorbabile. Poliglucidele (amidonoasele) sunt transformate treptat în dextrine și diglucide care la rândul lor sunt transformate în monoglucide absorbabile. Digestia amidonoaselor este mult mai lungă decât cea a zahărului sau a fructelor și de aceea ele mai sunt denumite și „glucide lente”.

Grăsimile încetinesc digestia altor alimente cu care sunt ingerate simultan. Astfel, digestia

proteinelor grase durează mai mult decât cea a proteinelor slabe. Brânzeturile slabe (degresate) se digeră mai repede decât cele grase. Oleaginoasele cum sunt nucile, alunele, semințele etc. sunt greu digerabile.

Alimentele care conțin acizi necesită o digestie prelungită deoarece ele necesită o neutralizare prealabilă. Fructele acide au o digestie mai lungă și mai dificilă decât fructele semi-acide sau dulci. Legumele verzi se digeră destul de ușor căci ele nu conțin decât în cantități foarte mici proteine, lipide, amidon sau acizi, fapt care face ca ele să poată fi asociate cu alimentele bogate în componenții anterior enumerați.

Proteinele se digeră cel mai greu, pentru a fi prelucrate ele necesită un consum de energie mai mare decât sunt în stare să producă. Este de dorit ca organismului să i se dea posibilitatea de a prelucra proteinele în perioada de minimă activitate a acestuia pentru a nu i se consuma din energia sa. Din acest motiv nutriționiștii recomandă ca cina să fi compusă din proteine.

Timpul de digestie este diferit și depinde de natura alimentelor ingerate, care pot fi: integrale, rafinate, crude sau prelucrate.

Timpii de digestie, acceptați general, pentru diferite alimente sunt:

- 1-2 ore în cazul legumelor crude
- 2-3 ore pentru pește, legume fierte, coapte sau prăjite (cu excepția fasolei) și cereale prelucrate (pâine, paste făinoase, orez),
- 4-5 ore pentru grăsimi, carne, lapte, produse lactate și ouă,
- 6-7 ore pentru fasole și alimente incorect combinate.

Apariția senzației de foame după consumul unor alimente indică o digestie ușoară, normală (vezi consumul de fructe), în timp ce lipsa senzației de foame (sațietatea) este dovada unei digestii grele sau a unor combinații incompatibile a acestora.

Compatibilitățile alimentare și mai ales incompatibilitățile alimentare afectează esențial timpii de digestie.

O asociere alimentară este considerată incompatibilă atunci când procesul de digestie al unuia dintre componentele asocierii împiedică sistematic procesul de digestie al unui alt aliment, chiar dacă acesta este prezent într-o cantitate mică. De exemplu digestia glucidelor necesită un pH slab acid, neutru sau slab alcalin față de digestia proteinelor care necesită un pH acid, fapt care explică de ce această combinație este nefavorabilă digestiei (exemplu: carne și cartofi).

Pentru digestia glucidelor (amidonoaselor) este necesar un pH slab acid, neutru sau slab bazic, deci ele nu se vor asocia cu: acizi (salate), proteine, zaharuri, lapte dar se pot asocia cu: legume verzi (fără acid), lipide (pâine cu unt), amidon (pâine, orez, cartofi).

Digestia proteinelor necesită pH acid și ele se pot consuma cu: grăsimi, zaharuri, amidon (în cantitate mică) și legume verzi (salate) preferabil.

Digestia lipidelor necesită mediu alcalin și ele se pot consuma:

- favorabil cu legume verzi, amidon;
- neutru cu zaharuri simple și duble, proteine slabe (iaurt), alte lipide;
- nefavorabil cu acizi, lapte, proteine grase.

Mesele compuse din alimente compatibile vor fi mai ușor digerate și va apare astfel o economie de energie vitală. Energia economisită va fi folosită pentru eliminarea toxinelor reducându-se toxemia internă (endogenă) de origine celulară. Asimilarea corectă a alimentelor reduce riscurile de putrefacție și fermentație digestivă, fapt care va diminua toxemia externă (exogenă) de origine intestinală (factor renovator al sănătății).

Procese de fermentație și putrefacție sunt vătămătoare pentru organism pentru că se ajunge astfel să nu se mai elaboreze nutrienții utili organismului ci compuși periculoși sau chiar foarte toxici.

Procese digestive sunt de ordin enzimatic, non microbian, iar fermentațiile și putrefacțiile digestive sunt de ordin microbian și induc doar dezordini intestinale.

Mesele ce respectă compatibilitățile alimentare, sunt denumite de specialiști mese omogene ; ele favorizează adaptarea organismului în a-și conserva și utiliza corect nutrienții.

Alimentația monotonă constă în consumarea doar a unui singur aliment la o masă (vezi animalele, omul fiind o excepție de la această regulă).

Respingerea principiilor compatibilității alimentelor se bazează după părerea unora pe faptul că multe alimente sunt de natură complexă (vezi tabelul 3.2.).

Tabelul 3.2. Alimente complexe (conținutul exprimat în g/100g aliment)

Tip de aliment complex	Alimentul	Glucide (%)	Proteine (%)	Lipide (%)
Leguminoase	Mazăre	33	26	1
	Bob	54	26	2
	Linte	56	27	2
	Fasole	55	23	2
	Soia	28	35	18
Cereale	Orez	76	7	1
	Grâu	70	10	1
	Secară	65	11	2
	Ovăz	60	11	6
	Porumb	63	10	3
	Orz	62	10	2
Oleaginoase	Alună	12	16-20	60
	Nucă	16	14	60
	Fistic	16	18-29	51
	Migdală	17	19	55
	Nucă de cocos	20	18	51

Toate alimentele ingerate conțin glucide, proteine și lipide dar întotdeauna unul din acești constituenți se găsește în cantitate mai mare comparativ cu ceilalți. Sistemul digestiv îl va prelucra pe acela mai întâi, apoi pe următorul care este în cantitate mai mare și așa mai departe.

Studiile privind digestia unui aliment complex indică faptul că aceasta se realizează prin secreția succesivă a sucurilor digestive necesare fiecăruia dintre nutrienții conținuți. Digestia unui amestec alimentar este extrem de delicată atunci când alimentele din amestec presupun condiții digestive opuse.

În figura 3.1. sunt indicate modalitățile de combinare ale alimentelor și grupele alimentare compatibile, incompatibile și semicompatibile.

Prin această figură se evidențiază grupele de alimente ce pot fi consumate la aceeași masă, deci compatibile.

- legumele se pot consuma cu alimente bogate în amidon, proteine sau lipide;
- fructele, pepenii și laptele se consumă separat, combinațiile cu alte alimente sunt incompatibile.

Nutriționiștii recomandă:

- începerea fiecărei mese cu un aliment crud care aduce un aport în enzime,
- înlocuirea laptelui cu iaurt care este mai ușor digerabil decât laptele (și care menține flora intestinală).

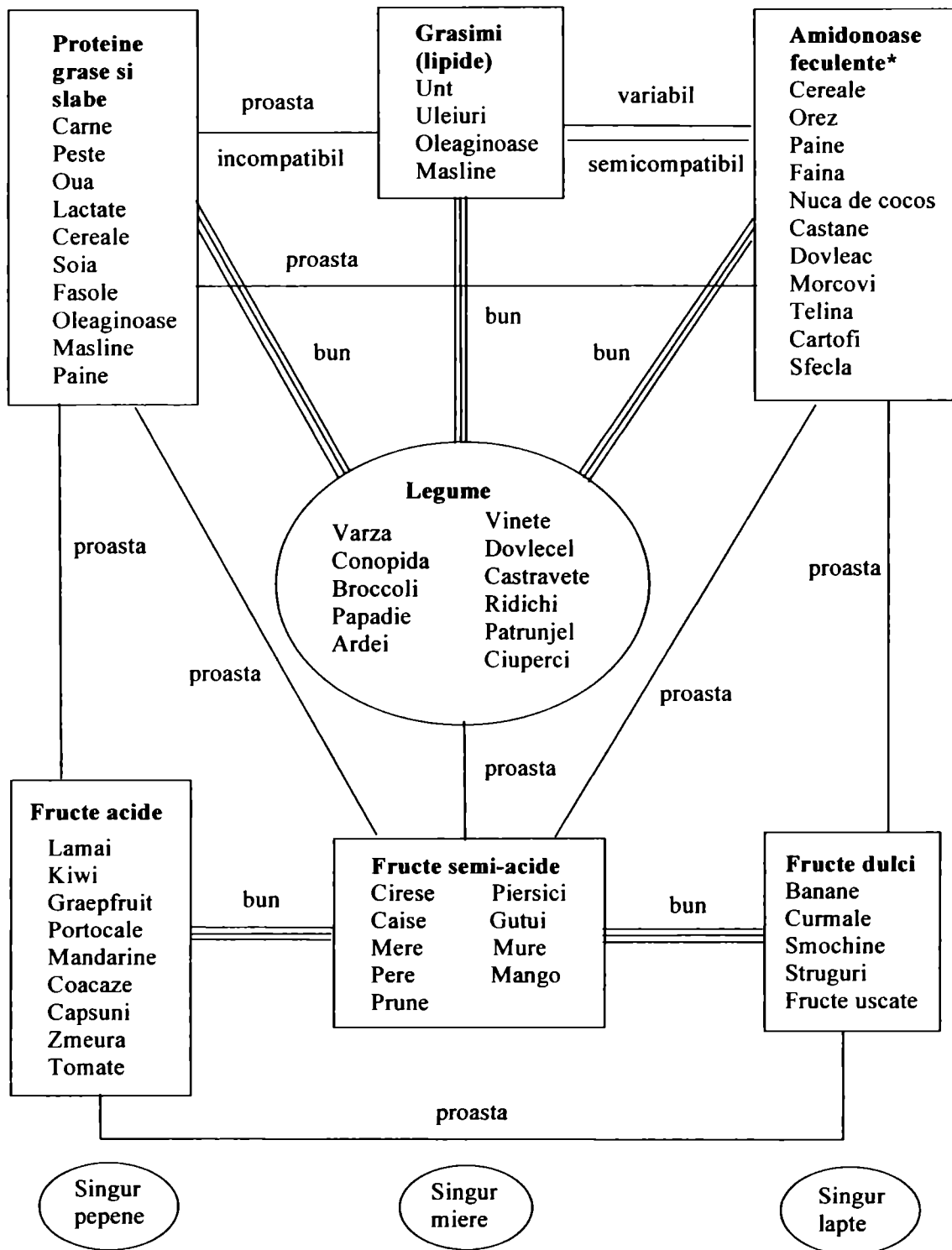
3.4.2. Metabolismul

Prin metabolism se înțelege totalitatea proceselor fizice și chimice prin care substanțele rezultate din digestie sunt absorbite în intestin și transportate prin intermediul sângelui și limfei în ficat, de unde sunt disipate spre diverse sectoare ale organismului pentru diferite necesități: producere de energie, reînnoirea celulelor și țesuturilor uzate, constituirea de rezerve, eliminarea produșilor finali etc.

Totalitatea proceselor prin care substanțele cu structură complicată (cum sunt glucidele, proteinele și grăsimile, principalele componente ale alimentelor) sunt transformate în substanțe mai simple se numesc procese catabolice denumite generic dezasimilație sau catabolism.

Totalitatea proceselor prin care se sintetizează substanțe cu structuri complicate, pornind de la substanțe cu structuri simple se numesc procese anabolice, denumite generic asimilație sau anabolism.

Procesele catabolice sunt în general generatoare de energie, energie ce este folosită de organism pentru producerea de căldură, pentru îndeplinirea funcțiilor sale vitale cum ar fi locomoția, creșterea, reproducerea etc. Procesele anabolice sunt consumatoare de energie; între procesele catabolice și anabolice există corelații strânse.



*feculă = amidon extras din cartofi și alți tuberculi;

≡ compatibilă (bun); = semicompatibilă (variabil); - incompatibilă (proastă)

Figura 3.1. Compatibilități alimentare

Intensitatea metabolismului se măsoară prin schimburile energetice ale organismului în raport cu substanțele încorporate și respectiv eliminate.

Procesele metabolice ce au loc în organism în stare de repaus total constituie metabolismul bazal.

Totalitatea proceselor chimice, începând din momentul absorbției substanțelor nutritive (în organism și în celule), până la utilizarea și eliminarea produșilor finali rezultați în urma acestor transformări, constituie metabolismul intermediar.

Raportul dintre asimilație și dezasimilație constituie bilanțul metabolic, care se consideră pozitiv în cazul în care predomină procesele de asimilație, față de cele de dezasimilație, și negativ în cazul în care predomină procesele de dezasimilație.

Procesele, atât catabolice cât și cele anabolice ale glucidelor se află în centrul activității din celulele vii. Sintezele și degradările proteinelor și grăsimilor sunt în mare măsură dependente de metabolismul glucidelor.

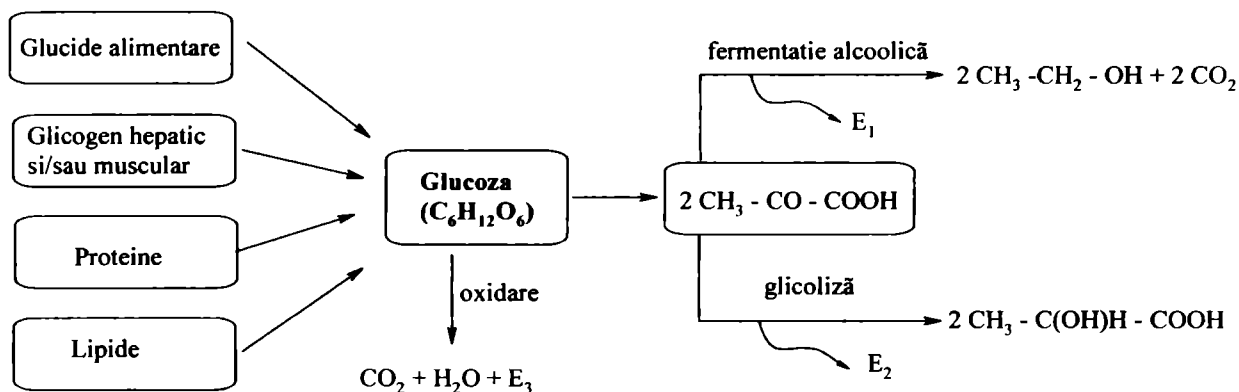
3.4.2.1. Metabolismul glucidic

Transformările glucidelor pot avea loc în două moduri diferite: în absența oxigenului (procese anaerobe) și în prezența oxigenului (procese aerobe).

Organismele animale nu pot trăi decât în condiții aerobe, în timp ce majoritatea microorganismelor (cu excepția unor bacterii strict anaerobe) pot trăi atât în condiții aerobe cât și în condiții anaerobe. Unele țesuturi animale (exemplu, mușchiul în timpul unui efort intens) pot trăi, pentru scurt timp și în condiții anaerobe.

Numeroasele studii efectuate au clarificat modalitățile de degradare ale glucidelor, stabilindu-se că:

- degradarea anaerobă se desfășoară prin două procese tipice: *fermentația alcoolică* (în celulele drojdiilor ce o produc) și *glicoliza din mușchi*, care se produc după mecanisme asemănătoare, dar nu identice;



- degradarea aerobă în țesuturile care respiră și care constituie un proces de mare importanță biologică și de răspândire universală, cunoscut sub numele de ciclul Krebs sau ciclul acidului citric.

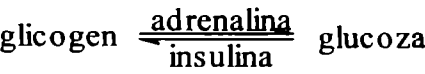
Toate procesele de degradare: anaerobe și aerobe ale glucidelor au loc cu degajare de energie ($E_3 > E_2 > E_1$), energie care este utilizabilă pentru sinteze, pentru producerea de căldură, lucru mecanic, îndeplinirea funcțiilor vitale.

Este stabilit că 1 g glucide generează 4,1 kcal.

Dacă aportul alimentar este insuficient în glucide, acestea pot lua naștere din precursori neglucidici de origine lipidică sau proteică (gluconoeogeneză).

Ficatul depozitează glucidele accesibile întregului organism sub formă de glicogen hepatic, glicogenul muscular fiind accesibil doar mușchilor. Forma circulantă în sânge a glucidelor este glucoza.

Procentul glucozei în sânge (max.110 mg % - min. 70 mg %) este controlat de doi hormoni: adrenalina și insulina:

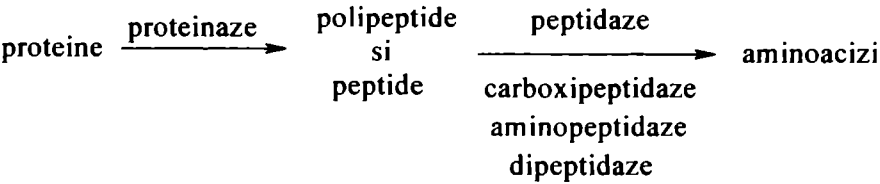


În lipsa insulinei, procentul de glucoză depășește limita maximă admisă în sânge și provoacă maladia cunoscută sub numele de diabet zaharat.

3.4.2.2. Metabolismul proteic

Organismul uman (și animal) asimilează doar amino-acizi liberi, nu și proteine sau peptide.

Proteinele alimentare sunt scindate în cursul digestiei progresiv la polipeptide, peptide și amino-acizi cu ajutorul enzimelor proteolitice din sucurile tubului digestiv și pancreatic. Hidroliza completă a unei proteine nu se realizează doar de o singură enzima, ci de un grup de enzime, în trepte:



Enzimele proteolitice scindează doar legăturile peptidice între α-aminoacizii din seria L (naturali); aminoacizii din seria D (nenaturali) cât și aminoacizii N-acilați sau alchilați din catena polipeptidică nu sunt hidrolizați de enzime.

Clasificarea enzimelor proteolitice în proteinaze și peptidaze este justificată din punct de vedere fiziologic, nu și chimic. S-a constatat, în urma numeroaselor cercetări, că fiecare enzimă proteolitică hidrolizează preferențial anumite legături peptidice indiferent dacă ele se găsesc în proteine sau în peptide, fapt pentru care s-a ajuns la concluzia că toate enzimele proteolitice sunt de fapt peptidaze. Ca urmare s-a propus o împărțire a enzimelor proteolitice în endopeptidaze (corespunzând proteinazelor) care rup legăturile peptidice centrale și dau naștere la peptide mai

mici și exopeptidaze (corespunzând peptidazelor) care rup legăturile peptidice de la marginea catenei și dau naștere la aminoacizi.

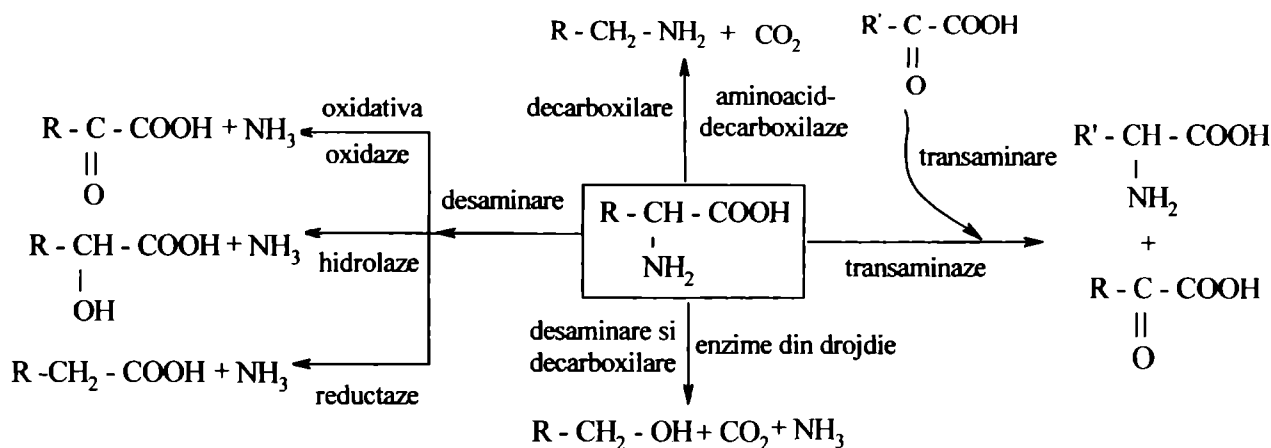
Aminoacizii rezultați prin hidroliza proteinelor din hrană sunt utilizați de organism pentru a construi propriile sale proteine necesare refacerii țesuturilor, creșterii, sintezei de enzime, hormoni etc. S-a constatat că unii aminoacizi nu sunt sintetizați de organism dar sunt indispensabili bunei sale funcționări și de aceea au fost numiți aminoacizi esențiali*. Alți aminoacizi pot lipsi din hrană căci organismul are capacitatea de a-i sintetiza, de aceea aceștia au fost denumiți aminoacizi neesențiali**; mai nou se vorbește despre aminoacizi semiesențiali, a căror sinteză endogenă este redusă, dar care sunt absolut necesari în perioada de creștere***.

Dacă aminoacizii proveniți din hrană se găsesc în exces, ei sunt desaminați, amoniacul rezultat fiind eliminat sub formă de uree sau acid uric, iar restul organic este transformat în glucide sau lipide care sunt folosite pentru producerea de energie.

Caracteristic organismului animal este faptul că acesta nu poate face rezerve de proteine, așa cum poate face rezerve de lipide sau glucide. Prin oxidare, 1 g de proteine furnizează 4,1 kcal.

Principalele transformări chimice pe care le suferă amino-acizii în organismele vii și care sunt catalizate de enzime specifice, sunt următoarele:

- reacția de desaminare, care poate fi: oxidativă, hidrolitică sau reductivă;
- reacția de decarboxilare, care duce la obținerea de amine primare biogene (toxice);
- reacția de transaminare, prin care organismele vii pot sintetiza orice α -aminoacid dacă este prezent α -cetoacidul corespunzător;
- reacția de desaminare și de decarboxilare care are loc sub influența enzimelor din drojdia de bere.



*aminoacizii esențiali: Val, Leu, Ile, Met, Phe, Trp, Thr, Lys

**aminoacizii neesențiali: Gly, Ala, Pro, Ser, Asn, Gln, Tyr, Cys, Asp, Glu

***aminoacizi semiesențiali: Arg, His

3.4.2.3. Metabolismul lipidic

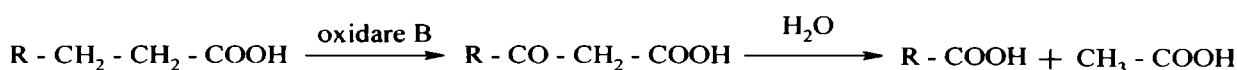
Metabolismul lipidic cuprinde toate transformările lipidelor din alimente, în principal hidroliza lor în acizi grași și glicerină și sinteza lipidelor proprii organismului.

Lipidele reprezintă o componentă esențială în alimentație și întocmai ca și glucidele joacă un rol important în producerea de energie (1 g lipidă furnizează prin oxidare 9,3 kcal/g).

Organismul animal poate stoca acești constituenți nutriționali sub forma lipidelor (grăsimilor) de rezervă.

Hidroliza lipidelor este realizată de enzimele din clasa lipazelor care se găsesc în sucul gastric, pancreatic și intestinal cât și în ficat. Si plantele conțin lipaze, în special cele bogate în grăsimi, cum sunt semințele oleaginoase. Acizii formați prin hidroliza grăsimilor în timpul digestiei, străbat peretele intestinului subțire și se combină din nou cu glicerina resintetizând noi grăsimi.

Acizii formați prin hidroliza grăsimilor sunt oxidați în organismul animal până la bioxid de carbon și apă. Această oxidare reprezintă un proces complicat dar care în prezent este bine cunoscut: prima etapă o constituie oxidarea în poziția β față de grupa carboxil cu obținerea unui β -cetoacid care se desface într-un nou acid gras și acid acetic:



Procesul se repetă până se ajunge la acidul acetilacetic CH_3COCH_2COOH care este oxidat în țesuturi până la bioxid de carbon și apă (ca și acidul acetic) cu degajare de energie.

Degradarea oxidativă a grăsimilor este legată de degradarea oxidativă a glucidelor astfel că în cazul bolii numită diabet zaharat acidul acetilacetic se acumulează în sânge în concentrații mai mari decât cele normale, iar acetona, produsul său normal de decarboxilare, se elimină prin urină (acetonurie) împreună cu glucoza neoxidată (glucozurie).

Interconversia metabolică reprezintă procesul prin care organismul poate transforma:

- proteinele în grăsimi sau glucide;
- glucidele în proteine sau grăsimi;
- grăsimile în proteine sau glucide în funcție de cerințele sale.

Aceste transformări sunt posibile din cauză că în degradarea tuturor acestor clase de compuși se ajunge pentru fiecare din ele la acidul piruvic, de la care apoi se pot reface oricare din aceste categorii de compuși.

3.4.2.4. Metabolismul mineral

Metabolismul mineral se referă la metabolismul sărurilor minerale. Substanțele minerale denumite și oligoelemente, deși se găsesc în cantitate mică (*oligos* = puțin) în comparație cu

componenții majori (proteine, glucide, lipide) joacă un rol esențial în procesele vieții prin aceea că ei se constituie în catalizatorii reacțiilor biochimice din organismul uman.

Inițial s-au considerat importante 12 elemente: azot, calciu, carbon, clor, hidrogen, magneziu, oxigen, fosfor, potasiu, siliciu, sodiu și sulf, dar pe parcurs s-au mai adăugat alte vreo 20 și lista nu s-a încheiat: fier, zinc, fluor, seleniu, crom, vanadiu, arseniu, brom, nichel, molibden, mangan, iod, cobalt etc.

Oligoelementele reprezintă mai puțin de o miime din masa corpului, dar sunt indispensabile echilibrului fiziologic și menținerii sănătății, carențele în unul sau mai multe oligoelemente manifestându-se prin efecte patologice.

Mecanismele de intervenție ale oligoelementelor nu sunt bine cunoscute, aceasta și datorită metodelor de analiză care oricât de perfecționate ar fi, deocamdată se dovedesc a fi insuficiente pentru investigarea complexității fenomenelor biologice.

Asimilarea oligoelementelor se poate realiza folosind o alimentație variată și bogată în crudități; suplimentele minerale, preferabil sub formă chelatizată (cu amino-acizi de exemplu) se absorb de trei până la zece ori mai bine decât forma nechelată.

3.4.2.5. Vitamine

Vitaminele se găsesc în organism în cantități foarte mici, de ordinul miligramelor sau microgramelor dar au un rol deosebit în cadrul metabolismului, cele mai multe îndeplinind funcția de coenzimă în diverse reacții biochimice. Vitaminele se găsesc ca atare în alimente, altele sub formă de provitamine care sunt transformate în vitamine în organism (v. tabelul 3.4). În organism sunt sintetizate sub acțiunea unor bacterii etc. doar cinci vitamine importante: B₁, B₂, B₁₂, K și acidul folic.

3.5. Cicluri nutriționale

Cercetările în domeniu indică faptul că digestia și metabolismul se desfășoară în trei cicluri nutriționale:

- aportul alimentar (hrănirea și digestia) între orele 12-20;
- asimilarea (metabolismul și folosirea nutrienților) între orele 20-04;
- eliminarea (reziduurilor alimentare și metabolice) între orele 04-12.

Nerespectarea ciclurilor alimentare provoacă disconfort, apatie, oboseală, toxemie, afectează deci sănătatea sub diferite forme.

3.6. Alimentația modernă

Seneca a spus că „*Omul nu moare, ci se omoară*”, iar Socrate a afirmat că „*nu trăim ca să mâncăm, ci mâncăm ca să trăim*”.

Pornind de la aceste vorbe înțelepte, trebuie să avem permanent în vedere că noi nu trăim din ceea ce mâncăm, ci din ceea ce organismul nostru digeră și asimilează.

De-a lungul istoriei se găsesc deseori consemnate constatări privind efectele diferitelor alimente asupra sănătății cât și recomandări privind consumarea sau eliminarea unor alimente din dietele zilnice cu scop curativ.

Comparând starea de sănătate și longevitatea oamenilor din secolele trecute și cu cea a majorității oamenilor din ziua de azi se constată că contemporanii noștri trăiesc mai puțin și de la o anumită vârstă se confruntă cu numeroase boli.

Cauzele deteriorării stării de sănătate în societățile civilizate sunt din ce ce în ce mai des corelate cu calitatea alimentelor ingerate, a apei băute, a aerului respirat, a stresului și a modului de viață dezordonat. Majoritatea specialiștilor nutriționiști sunt de acord că schimbările esențiale în alimentația secolului al XX-lea sunt cele mai responsabile de frecvența unor boli specifice acestuia. Majoritatea oamenilor din ziua de azi nu acordă prea mare importanță alimentației pe care o au și nici nevoilor organismului lor și se lasă conduși de principiul plăcerii și satisfacerii nevoilor gustative, consumând produse alimentare cu valoare nutritivă redusă, cu un conținut mare de aditivi alimentari cărora li se face o intensă reclamă.

Alimentația modernă se confruntă cu numeroase erori ce se datorează în principal folosirii în agricultură a îngrășămintelor chimice, insecticidelor, ierbicidelor și organismelor modificate genetic, iar în procesul de prelucrare - rafinării avansate a alimentelor, a metodelor nenaturale de conservare, a adăugării de numeroși aditivi, factori care în final duc inevitabil la alterarea stării de sănătate și la apariția diverselor boli.

Principiile și noțiunile elementare ale unei alimentații raționale, sănătoase sunt mult mai puțin mediatizate comparativ cu publicitatea agresivă făcută produselor alimentare cu valoare nutritivă îndoielnică.

Se remarcă însă că există și publicații accesibile doritorilor de a-și lărgi cunoștințele privind importanța alimentației vis-à-vis de starea de sănătate, datorate cercetărilor nutriționiștilor din întreaga lume.

3.7. Tipuri de alimentație

De-a lungul anilor s-au cristalizat mai multe tipuri de alimentație care au drept scop menținerea unei bune stări de sănătate, cât și în scop terapeutic pentru eliminarea simptomelor diferitelor boli și însănătoșire.

Aceste tipuri de alimentație reprezintă chintesența observațiilor în timp a oamenilor simpli, care sunt în prezent acceptate și argumentate științific.

Tipurile de alimentație cuprind:

- Alimentația terapeutică formată din:
 - dieta vegetariană (vegetaliană) – consumarea doar a vegetalelor,
 - regim ovo-lacto-vegetarian – consumarea de produse vegetale, lactate și ouă;
 - alimentația macrobiotică (de viață lungă) bazată pe:
 - cereale integrale - 60%,
 - legume, fructe și semințe oleaginoase – 30%,
 - lactate, ouă și carne (indeosebi pește) – 10%,
 - dieta cu „hrană vie” – consumarea doar a alimentelor neprelucrate termic;
 - posturi – totale sau doar cu lichide.
- Alimentația omului sănătos cu menținerea unei vieți sănătoase poate fi realizată cu respectarea câtorva principii de alimentație:
 - Realizarea unei proporții corespunzătoare între toate clasele de factori nutritivi, necesari bunei funcționări a organismului;
 - Evitarea alimentelor poluate și a celor care conțin aditivi alimentari (coloranți, aromatizanți sintetici, conservanți, stabilizatori, emulsionanți, afânători etc.);
 - Întoarcerea la natură și consumarea a cât mai multor produse neprelucrate termic (crude);
 - Consumarea zilnică de legume și fructe preferabil colorate;
 - Reducerea consumului de carne;
 - Combinarea alimentelor în cadrul unei mese conform compatibilității acestora în vederea unei digestii ușoare;
 - Respectarea proporției între alimentele acide și cele bazice care să corespundă raportului acido-bazic al sângelui (20% acizi și 80% baze);
 - Păstrarea orelor meselor și respectarea ciclurilor nutriționale ale organismului;
 - Consumarea alimentelor este preferabil să se faca în mai multe mese, mai reduse cantitativ decât totul la o singură masă;
 - Consumarea a cât mai puțin alcool, cafea și băuturi industriale răcoritoare (Pepsi-cola, Coca-cola, Fanta etc.);
 - Consumarea zilnică a ~ 2 L de lichide;
 - Realizarea unei cure de epurare de 1-2 zile pe lună;
 - Efectuarea de diverse activități fizice: gimnastică medicală, jogging, înot, tenis, ciclism, vâslit, volei, badminton, dar și dans, spălat, săpat, cosit, plivit, bătutul covoarelor,

pescuitul sportiv etc.;

- Schimbarea obiceiurilor alimentare este indicată să se facă progresiv și nu brusc.

Alimentația biologică a căpătat o mare răspândire în occident prin practicarea unei agriculturi biologice care are drept scop producerea unor alimente „bio” care să fie lipsite de reziduuri chimice și care să aibă o valoare nutritivă mare.

Pentru ca un aliment să fie cu adevărat „bio” el trebuie să fie cultivat conform metodelor tradiționale bazate pe utilizarea exclusivă a îngrășămintelor naturale (cu interzicerea îngrășămintelor de sinteză și a pesticidelor) și a rotației culturilor. De remarcă că solul pe care se cultivă, devine „bio” după 5-6 ani de la întreruperea folosirii îngrășămintelor de sinteză.

Agricultura biologică este mai puțin productivă decât agricultura intensivă practică pe scară largă în prezent, fapt care explică costurile ridicate ale produselor „bio”.

Piramida alimentației sănătoase, rațională

Nutriționiștii consideră că din punct de vedere științific pentru asigurarea unei vieți sănătoase, alimentația zilnică trebuie să asigure:

- 50 g proteine (femei); 60 g proteine (bărbați);
- 100 g glucide;
- 80 g grăsimi;
- 70 g fibre vegetale;
- 30 mL apă /kilocorp.

Specialiștii au imaginat o așa-numită „piramidă” a alimentelor ce nu trebuie să lipsească din meniul zilnic. Sunt propuse mai multe astfel de piramide având un număr diferit de trepte, fiecărei trepte corespunzându-i un anumit procent din totalul alimentației zilnice.

În acest material, se prezintă două astfel de piramide care au un număr diferit de trepte și de concretizări de grupe de alimente; caracteristic este faptul că, cu cât se înaintează spre vârful piramidei, cantitățile de alimente vor fi mai mici (figura 3.2).

Repartiția alimentelor din piramide este recomandabil a se face ținând cont de particularitățile individuale, personalizând dieta prin consumarea de către fiecare a ceea ce-i face bine și eliminarea a ceea ce-i face rău.

În continuare vor fi prezentate principalele surse de proteine, lipide, glucide, vitamine, minerale.

3.8. Surse de proteine

Sursele de proteine pot fi clasificate în surse:

- convenționale (clasice) de origine animală și vegetală: carne, lapte, ouă, pește, cereale, ciuperci;

- neconvenționale (noi): alge, plante verzi, proteine de biosinteză (biomasă).

Funcție de tipul aminoacizilor pe care-i conțin, proteinele se împart în:

- proteine complete care conțin toți amino-acizii esențiali: pește oceanic, soia, ouă, carne, lapte;
- proteine incomplete cărora le lipsesc unul sau mai mulți amino-acizi esențiali: nuci, alune, mazăre și fasole uscată, cereale.

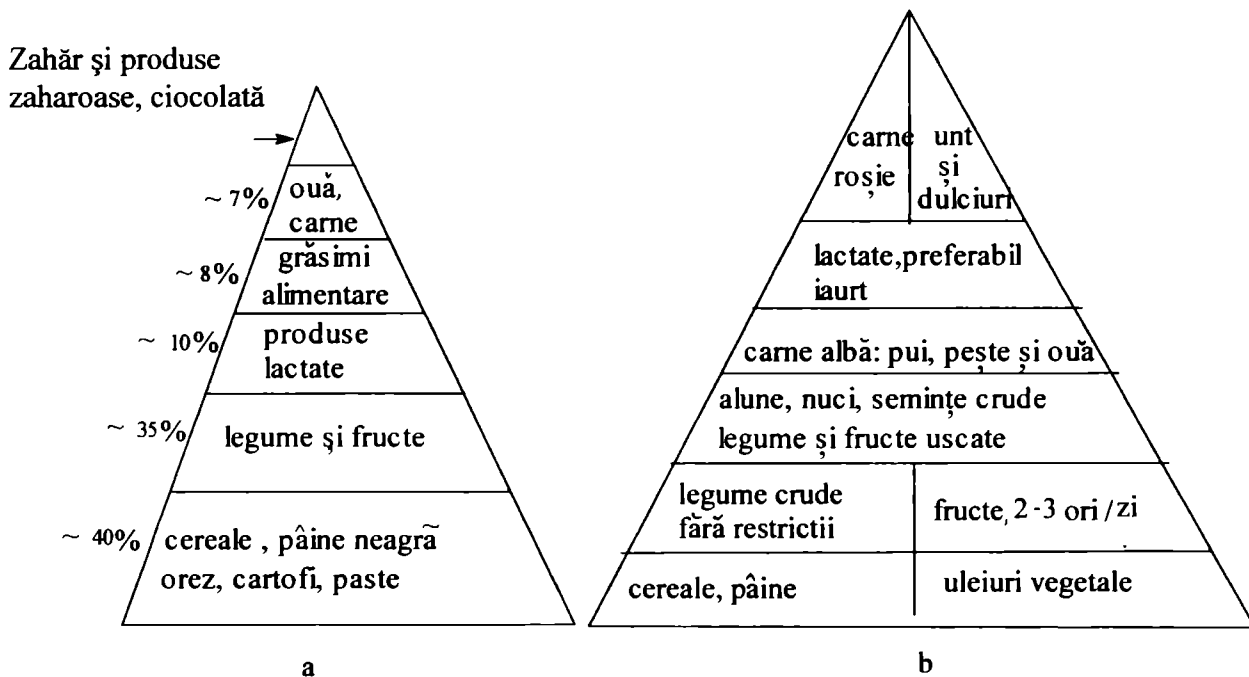


Figura 3.2. Exemple de piramide ale alimentației raționale: a și b

Carnea, considerată de cei mai mulți oameni ca fiind singura sursă de proteine, este infirmată din punct de vedere științific, conform datelor din tabelul 3.3.

În privința cărnii se face deosebire între carnea albă și roșie, între carnea grasă și slabă. Carnea albă (de pasăre și pește) este considerată sursa de proteină animală de calitate superioară, în timp ce carnea roșie (vită) și carnea de porc sunt tipuri de carne care, deși nu sunt excluse, trebuie consumate în cantități reduse (vezi figura 3.2.b).

Soia este o plantă erbacee anuală cu o valoare nutritivă și terapeutică deosebită; originară din China și Japonia, ea a fost introdusă în cultură cu cel puțin 5.000 de ani în urmă. În Europa este semnalată din ~ 1740 (în Franța ca sortiment rar expus în Grădina botanică din Paris), iar la noi s-a cultivat întâi în Transilvania începând cu ~ 1870.

Compoziție chimică: proteine complete (~ 40%), grăsimi (~18%), hidrați de carbon (~25%), săruri minerale (Na 4 mg %; K 1,870 mg%; Ca 195 mg %; P 555 mg %; Fe 12,1 mg %), enzime, lecitină (înrudită cu cea a gălbenușului de ou), ceară, celuloză, rășini. Valoarea energetică: 469 cal/100 g.

Tabelul 3.3. Conținutul în proteine al unor alimente (în g %)

Aliment	Conținut proteic (g%)	Aliment	Conținut proteic (g%)
Drojdie de bere	46	Mazăre uscată	24
Soia	40	Fasole uscată	22
Cașcaval	36	Carne de găină	21
Carne de vită	32	Carne de curcan	20
Arahide și alune de pădure	30	Ficat, rinichi, inimă	18
Brânză topită	28	Nuci	15
Pește	27	Brânză de vaci	14
Carne de porc	25	Ouă	13
Lapte praf	25	Fulgi de ovăz și orz	12
Grâu germinat	25	Pâine și orez	6
		Lapte	4

Grăsimile din soia sunt bogate în acizi nesaturați: oleic, linoleic și linolenic (ultimii doi acizi fiind esențiali) inofensivi pentru vasele sanguine și sărace în acizi saturați; colesterolul lipsește.

Soia are numeroase proprietăți terapeutice: remineralizantă, energizantă, echilibrantă celular, hipocolesterolemiantă, efect estrogenic (inhibă cancerul datorat dezechilibrului hormonal, îndepărtează efectele sindromului premenopauzal a osteoporozei, a bolilor cardiovasculare), antioxidant puternic, combate stresul. Cercetările recente au arătat prezența și importanța pentru proprietățile terapeutice ale soiei a izoflavonelor, fitosterolului și colinei.

Ciupercile, denumite uneori și „carne vegetală”, conțin 4-30 % proteine, glucide 4-6 %, lipide 1 % , săruri minerale: Ca, Zn, Cu, Mn, I și vitamine: C, B₁, B₂, A.

Datorită conținutului în aceste substanțe nutritive ciupercile se recomandă în anemie, oboseală, demineralizare, regimuri fără carne.

Unele soiuri de ciuperci au acțiune sudorifică, laxativă, hemostatică. Se utilizează doar cele de cultură, atât crude cât și coapte sau fierte.

Spirulina este o algă considerată un „fenomen” datorită compoziției sale chimice și proprietăților sale terapeutice; se află în atenția OMS (Organizația Mondială a Sănătății), FAO (Organizația alimentației și agriculturii) cât și a altor organisme internaționale. Spirulina crește în mod natural pe lacuri cu ape alcaline unde alte microorganisme nu pot trăi și este cultivată în peste

60 de țări ale lumii.

Biomasa de spirulină se prezintă ca un praf fin de culoare verde-albastră, miros vegetal caracteristic, atunci când este condiționată la timp și corect.

Compoziția chimică a biomasei de spirulină este: proteine: 60-72 %, glucide: 12-16 %, lipide: 7-8 %, vitamine: - A, B₁, B₂, B₆, B₁₂, E; acid pantotenic, acid nicotinic, acid folic, săruri minerale ~ 15 %; coloranți: - clorofilă, - carotenoizi, - ficocianină.

Proprietățile terapeutice ale spirulinei sunt numeroase, și anume: produce detoxifierea organismului, este indicată în tratarea diabetului, gastritelor de orice formă, hepatitelor, anemiilor, stimulează producerea polipeptidelor, hormonilor cerebrali și a insulinei, adrenalinei și a noradrenalinei, echilibrează funcționarea glandei tiroide, diminuează oboseala, depresia, stresul, ajută la creșterea organismelor tinere, întârzie procesul de îmbătrânire.

În concluzie, spirulina poate corecta funcțiile și sistemele organismului începând cu copiii și până la cele mai înaintate vârste, asigură creșterea și o dezvoltare armonioasă a copiilor, o activitate normală la adulți și păstrarea funcțiilor normale la persoanele vârstnice.

3.9. Surse de glucide (hidrați de carbon)

Glucidele asigură principalele nevoi de energie ale organismului precum și metabolizarea grăsimilor.

Excesul de glucide duce în principal la obezitate, diabet zaharat, ateroscleroză.

Deficitul de glucide duce la cetoză (creșterea acidității sângelui datorită folosirii grăsimilor în scop energetic) la subnutriție, astenie, oboseală.

Din punct de vedere chimic sursele de glucide sunt constituite din:

- oze: - fructoza din fructele și legumele dulci,
 - amestec de glucoză și fructoză (1:1) din miere;
- ozide: - diglucide: - zaharoza (din sfeclă sau trestie), - lactoza (din lapte);
 - holozide;
 - poliglucide: amidon din cereale, cartofi orez;
 - heterozide: flavonozide, antocianozide (din legume și fructe colorate).

Nocivitatea consumului excesiv de zahăr este unanim recunoscută de cercetători. Populațiile care nu au folosit zahărul în alimentație nu au cunoscut boli precum: diabetul zaharat, hiperglicemia, obezitatea, demineralizările, cariile dentare, unele afecțiuni ale tiroidei, corticosuprarenalelor, pancreasului.

Din aceste motiv este preferabil a elimina zahărul din alimentație sau cel puțin a-l diminua și a-l înlocui cu produși naturali cum sunt: mierea și sucurile naturale de fructe.

Statisticile indică faptul ca se consumă prea mult zahăr: ~ 42 kg anual/om deși consumul

maxim admis este de ~ 18 kg anual/om. Acest consum „ideal” se depășește însă prin folosirea unor produse pe bază de zahăr: bomboane, ciocolată, înghețată etc.

Cerealele au constituit baza alimentației din timpuri străvechi: grâul în țările occidentale, orezul în Asia, porumbul în America de Sud, meiul (și sorgul) în Africa, mai recent secara și hrișca. Boabele cerealelor conțin:

- coaja (pericarp) bogată în celuloză și hemiceluloză (fibre), vitamine și săruri minerale;
- germenele bogat în lipide, proteine, vitamine și săruri minerale;
- miezul (endosperm) compus din amidon și puține proteine.

Cerealele conțin alături de glucide (amidon 60-75 %), proteine 8-20 %, lipide 2-6 %, vitamine și săruri minerale și reprezintă alimente complexe cu o mare valoare nutritivă. Un om consumă zilnic 250-300 g cereale care acoperă o mare parte din necesarul de calorii al organismului. În cazuri extreme omul poate să-și mențină viața doar cu cereale. Cerealele se consumă după prelucrarea termică (fierbere, coacere) a boabelor sau a făinii obținute din acestea. Pentru fabricarea pâinii și a produselor de panificație se utilizează preferențial făina albă obținută după îndepărtarea pericarpului și a germenului boabelor cerealelor.

Îndepărtarea pericarpului și germenului din bob duce de fapt la îndepărtarea exact a celor mai valoroase elemente nutritive din cereale. Din acest motiv nutriționiștii recomandă consumul de pâine sau de fulgi ce se prepară din făină integrală și nu din făină albă.

Glutenul este proteina din grâu care imprimă făinii proprietatea de a fi panificabilă; el se găsește și în orz, ovăz, secară, dar nu în orez și porumb și de aceea din aceste cereale nu se poate obține pâine.

Cerealele sunt deficitare în lizină, triptofan și metionină și de aceea sunt alimente incomplete; deficiența în amino-acizii esențiali determină imposibilitatea sintezei unor proteine în organism și producerea unor dezechilibre (exemplu: consumarea excesivă a mălaiului deficitar în triptofan conduce la pelagră). Amino-acizii esențiali deficitari în cereale se găsesc în abundență în produsele lactate, legume și fructe astfel încât combinarea acestor alimente este benefică pentru organism.

Cerealele conțin numeroase vitamine (B₁, B₂, B₃, B₅, B₆, B₈, B₉, caroteni, vitamina E), cât și minerale (Na, K, Mg, Ca, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, Ni, Cr, Mo, P, Cl, F, I, Se, Si) fiind astfel și surse alimentare pentru aceste importante clase de compuși.

Proprietățile terapeutice ale cerealelor. Toate cerealele sunt: nutritive, energizante, regeneratoare, remineralizante, emoliente, antioxidante, anticolesterolemiante (în special grâul, orzul și ovăzul).

Grâul, cel mai folosit dintre cereale conferă prin consum energie și rezistență, asigură refacerea organismului după efort, este un tonic general.

Porumbul conține substanțe ce reduc riscul de cardiopatii și carii, conține caroteni și vitamina E, ceea ce explică acțiunea sa antioxidantă.

Hrișca este un protector vascular major, prin conținutul său ridicat în factori P.

Orezul este antiinflamator, astringent, antidiareic, emolient, hipotensiv, dietetic, antiscorbutic.

Secara stimulează circulația sanguină și previne ateroscleroza.

Ovăzul este tonic general, hipoglicemiant, antioxidant, nutritiv (conține lizină spre deosebire de celelalte cereale).

Orzul este drenor hepatic, hipoglicemiant, reglator al tensiunii arteriale, sedativ, tonic general, vitalizant.

Toate cerealele prin conținutul lor în fibre ajută la buna funcționare a sistemului digestiv.

Fibrele alimentare sunt alcătuite dintr-un amestec de compuși glucidici cum sunt pectina, celuloza, hemiceluloza și ligninele ce nu suferă acțiunea enzimelor digestive.

Fibrele vegetale se găsesc în tărațele de grâu și porumb, fulgi de ovăz și orz, cerealele integrale, pâinea graham, fasolea verde, varza, citricile (îndeosebi în țesutul alb de sub coajă), mere și în mai toate legumele și fructele.

Efectul fiziologic al fibrelor constă în marea lor capacitate de absorbție și legare a apei cu creșterea în volum și greutate de 3-5 ori raportat la 100 g de aliment bogat în fibre. Această proprietate specială a fibrelor diminuează apetitul prin crearea senzației de sațietate, întârziind golirea stomacului și încetinind absorbția glucidelor și grăsimilor. Fibrele alimentare colectează deșeurile organice și stimulează avansarea lor în colon accelerând tranzitul intestinal și diminuând procesele de putrefacție din intestine.

Scăderea cantității de fibre vegetale în alimentație, sub limită (necesar admis ~ 40-70 g) duce la constipație, colon spastic, vene varicoase, hemoroizi, cancer de colon, etc. Excesul de fibre poate provoca gaze, balonări, greață, vărsături, diaree, micșorarea absorbției vitaminelor și mineralelor.

Importanța fibrelor alimentare a fost evidențiată mai ales în ultimile decenii când au fost constatate numeroasele consecințe nefaste ale renunțării la alimentele integrale, naturale.

Dacă omul sănătos ar consuma alimente integrale, legume și fructe crude ar avea un aport normal de fibre și nu ar mai fi necesar un aport suplimentar de fibre cum se recomandă deseori în prezent.

Organismele modificate genetic (OMG) (plante, animale sau microorganisme) sunt organisme obișnuite, cărora, prin intermediul unor tehnici moderne de inginerie genetică li se transferă anumite gene (străine față de zestrea ereditară proprie, transferabile și la descendenți) și în consecință și a unor caractere dorite, cu o precizie și o ușurință superioare metodelor clasice de ameliorare.

Se obțin astfel soiuri noi (sau hibrizi) care posedă calități noi, superioare, mult dorite de

producători care susțin că sunt benefice și consumatorilor.

Astfel plantele modificate genetic sunt mult mai rezistente la boli și dăunători, la temperaturi extreme, secetă, salinitate sau aciditatea mediului, dar mai ales au calități nutriționale deosebite cum ar fi: conținut mai mare în proteine, glucide, vitamine, ulei etc. comparativ cu plantele de la care s-a plecat.

Argumentele pentru utilizarea plantelor modificate genetic se referă la productivitatea sporită a acestora, fapt care poate duce la eradicarea foamei în lume, dar și la reducerea antidăunătorilor folosiți, cu impact pozitiv asupra mediului.

Prima plantă modificată genetic a fost orezul, în 1964 (în Filipine), iar introducerea în cultură a început în 1996. Cele mai obișnuite plante modificate genetic sunt: orezul, soia, porumbul, bumbacul, cartoful, sfecla de zahăr, tutunul etc. Din 1996 până în prezent, suprafețele cultivate cu OMG-uri au crescut într-un ritm fără precedent în domeniul tehnologiilor agricole. În anul 2002 se cultivau 58,6 milioane ha cu OMG, suprafața fiind cu 6,1 milioane ha (11,4%) mai mare ca în 2001. Țările cu cele mai mari suprafețe cultivate cu OMG sunt: SUA (66 %), Argentina (23 %), Canada (6 %) și China (4 %); restul de 1 % cuprinzând 12 țări printre care, din Europa: Germania, Spania, România și Bulgaria.

Obținerea, testarea, utilizarea și comercializarea OMG sunt supuse unui regim special de reglementare, autorizare și administrare, care stabilește cadrul juridic și internațional menit să elimine sau să reducă riscurile de producere a unor efecte negative asupra sănătății oamenilor și a animalelor sau a mediului.

În SUA legislația permite utilizarea OMG în hrana oamenilor (și animalelor), considerând că acestea nu sunt periculoase pentru sănătatea acestora.

Uniunea Europeană a fost mult mai rezervată față de utilizarea OMG și începând din 1990 a elaborat o legislație specifică, îmbunătățită și extinsă ulterior în scopul protecției mediului și a sănătății oamenilor dar și pentru crearea unei piețe unice în domeniul biotehnologiei.

În România, începând cu anul 2000 a început elaborarea unor reglementări privind obținerea, testarea, utilizarea și comercializarea OMG prin tehnicile biotehnologiei moderne prin care se introduce obligativitatea informării publicului, a monitorizării pe termen lung a acestora, a etichetării produselor introduse pe piață care conțin OMG. Începând cu 1998 în țara noastră se cultivă doar un soi de soia și un soi de porumb modificate genetic.

Statisticile indicau că în 2003 mai mult de jumătate din populația lumii trăiește în țări în care este aprobată oficial cultivarea plantelor modificate genetic.

Organizațiile ecologiste se opun cu înverșunare OMG-urilor, argumentând în special imposibilitatea anticipării efectelor adverse ale acestora asupra sănătății oamenilor cât și a mediului înconjurător decât după un timp îndelungat de utilizare când e posibil ca răul deja să fi fost comis.

3.10. Surse de lipide

Lipidele alături de glucide și proteine sunt constituenți structurali importanți ai celulelor. Lipidele ajută la formarea unor hormoni, în special ai celor corticoizi și sexuali, inițiază absorbția vitaminelor liposolubile, asigură parte din nevoile energetice ale organismului.

Deficitul de grăsimi determină încetinirea creșterii, scăderea rezistenței la infecții, astenie, tulburări sexuale etc.

Excesul de grăsimi duce la obezitate, boli hepatice și cardiovasculare.

Din punct de vedere chimic și anume a restului acil, lipidele se împart în trei grupe principale:

- saturate, prezente în: untură, slănină, unt, smântână, margarină;
- mononesaturate, prezente în: uleiul de măsline, uleiul de pește;
- polinesaturate, prezente în: uleiul de floarea soarelui, uleiul de soia, de porumb, de in, de rapiță.

Grăsimile saturate se depun pe pereții vaselor de sânge provocând ateroscleroza, creșterea secrețiilor biliare, a hormonilor corticoizi și sexuali, a colesterolului și totodată generează și radicali liberi.

Grăsimile nesaturate scad nivelul colesterolului prevenind astfel bolile cardio și cerebrovasculare, de unde rezultă necesitatea înlocuirii grăsimilor saturate de origine animală sau de sinteză (margarina) cu cele nesaturate de origine vegetală.

Surse de lipide (mono și poli) nesaturate sunt:

- uleiurile vegetale obținute prin presare la rece, din floarea soarelui, soia, măsline, porumb, nuci, susan etc.
- semințe proteaginoase care conțin atât proteine cât și lipide din : nuci, migdale, alune, semințe din floarea soarelui și dovleac care trebuie consumate crude și nu prăjite pentru a nu li se altera conținutul (vezi figura 3.2.b).

3.11. Surse de vitamine și săruri minerale

Vitaminele și mineralele necesare organismului uman sunt în totalitate asigurate de legumele și fructele proaspete, așa cum se constată din tabelul 3.4.

Este posibil ca prin alimentația zilnică să nu reușim să ne asigurăm necesarul de vitamine și minerale, atât datorită unei alegeri incorecte a alimentelor cât și datorită faptului că solul pe care au fost cultivate diferitele vegetale să fie deficitar în unele oligoelemente.

Astfel solul țării noastre este sărac în zinc și seleniu ceea ce face ca produsele obținute de pe acest sol să conțină o cantitate mai mică decât cea normală din aceste elemente. Din acest motiv se recomandă completarea alimentației cu suplimente nutritive: vitamine, minerale, antioxidanți. Recomandarea vizează în special persoanele stresate, cele care depun un efort fizic și mental

susținut, a celor care fac abuz de alcool și tutun.

Tabelul 3.4. Necesarul de vitamine și minerale pentru un adult

Vitamina / mineralul	Necesarul zilnic	Sursa
Vitamina A	1,5 mg (5000 U.I.)	Morcovi, varză roșie, spanac, usturoi, ceapă, brânză
Vitamina D	5 µg	Gălbenuș de ou, untură de pește, germeni de grâu, uleiuri vegetale presate la rece
Vitamina E	12 mg	Uleiuri vegetale presate la rece, unt, cereale, ouă, germeni de cereale, legume proaspete, polen
Vitamina K	60-80 µg	Legume verzi: spanac, urzici, lucernă, mazăre, varză, fructe
Vitamina B ₁	1,5 mg	Învelișul bobului de grâu, ovăz, orz, secară, hrișcă, gălbenuș de ou
Vitamina B ₂	1-2 mg	Vegetale, germeni de cereale, cereale, produse lactate
Vitamina B ₃ (factor PP)	20-25 mg	Drojii, învelișul boabelor cerealelor, germeni de grâu, fructe și legume proaspete, polen
Vitamina B ₅ (acid pantotenic)	10 mg	Tărâțe, varză, ou, cereale, germeni de cereale
Vitamina B ₆	2 mg	Cereale, germeni de cereale, varză, lăptuci, spanac, fasole, mazăre, cartofi, ouă, brânză, pâine integrală
Vitamina B ₁₂	3 µg	Germeni de cereale, făină integrală, orez integral, ouă, legume verzi
Acid folic	300 µg	Legume verzi, pâine integrală, soia
Vitamina C	100-200 mg	În toate legumele și fructele proaspete, în special în ardei, varză, pătrunjel, măcieș, coacăze, citrice, kiwi
Calciu	900 mg	Cereale, nuci, alune, migdale, morcovi, varză, spanac, țelină, produse lactate, coji de ouă mărunțite fin
Fier	10-18 mg	Cereale, germeni de cereale, alune, migdale, spanac, pătrunjel, unișor (creson), ceapă, polen
Iod	200 µg	Usturoi, ceapă, morcovi, praz, spanac, alge, soia, produse lactate
Magneziu	300-350 mg	Cereale, germeni de cereale, produse lactate, legume și fructe proaspete, polen
Potasiu	3,2 g	Cereale, germeni de cereale, cartofi, căpșuni, pere, banane, praz, curmale, fasole, alune, varză, polen
Seleniu	50-200 µg	Cereale, fasole, usturoi, ciuperci, morcovi, varză, ridichi, pește, ouă, ficat, rinichi
Zinc	15 mg	Cereale, germeni de cereale, sfeclă roșie, varză, spanac, piersici, portocale

Principalii antioxidanți naturali sunt: vitaminele A, E, C, flavonoidele și seleniul.

Vitamina E (tocoferolul) considerată a fi cel mai puternic antioxidant își datorează acest efect grupelor fenolice care se pot oxida ușor trecând în chinone; protejează de oxidare acizii grași nesaturați, vitamina A, compuși cu seleniu, cât și alte substanțe liposolubile sensibile la oxigen.

Vitamina C cedează ușor atomii de hidrogen, menținând în stare redusă o serie de compuși cum ar fi glutathionul (G-SH), cisteina, ionul feros cât și unele sisteme enzimatice, cotracărând

efectele oxidante ale peroxizilor, radicalilor liberi, și a razelor ultraviolete; vitamina C este indispensabilă formării colagenului, proteină ce întârzie procesul de îmbătrânire a epidermei.

Vitamina A (retinol) are o acțiune antioxidantă mai slabă, ea însăși fiind protejată de alți antioxidanți; are rol major în asigurarea acuității vizuale, integrității epidermei și mucoaselor. Organismul folosește și carotenii (provitamine A) sintetizați de plante, prezenți în fructe și legume colorate în galben, portocaliu și roșu ca sursă de vitamină A, obținerea acesteia având loc la nivelul ficatului.

Flavonoidele prezente în fructele și legumele colorate se găsesc în general sub formă de glicozizi și își datorează efectul antioxidant fragmentului polifenolic prezent în structura lor; au rol important în menținerea integrității capilarelor și a întregului sistem circulator (vitamina P).

Seleniul, sub formă de selenocisteină, participă ca și coenzimă în procesele de reducere a apei oxigenate și a peroxizilor lipidici prevenind dezordinile musculare (inclusiv ale miocardului) a aterosclerozei și complicațiilor ei, a anemiilor hemolitice, poliartritei reumatoide, hepatitei cirogene etc. Se recomandă a fi luat împreună cu vitamina E deoarece acționează sinergic.

Zincul, fierul și cuprul sunt alte trei oligoelemente importante prin prezența lor în structura unor enzime esențiale pentru desfășurarea unor reacții biochimice ce asigură starea de confort și sănătate a individului.

Suplimentele nutritive trebuie luate sub control medical pentru a fi personalizate funcție de vârstă, muncă, sex, probleme de sănătate, știut fiind că și excesul de vitamine și minerale este dăunător organismului putând produce efecte contrare celor dorite.

3.12. Aditivi alimentari

Aditivii alimentari au fost cunoscuți și folosiți încă din antichitate de către greci, egipteni și alte popoare antice, deoarece păstrarea alimentelor pe perioade mai îndelungate de timp a fost întotdeauna o necesitate. Astfel, alături de sare (clorură de sodiu), salpetrul de Chile (nitratul de sodiu), silitra sau salpetrul de India (nitratul de potasiu) au fost utilizați pentru conservarea produselor din carne, iar coloranții de tipul cărmâzului se foloseau pentru prepararea unor alimente aspectuase.

În secolul XX odată cu dezvoltarea explozivă a industriei alimentare, aditivii alimentari s-au diversificat fără precedent și au căpătat un rol esențial în procesarea alimentelor. Aditivii alimentari sunt suspectați ca fiind nocivi pentru sănătatea oamenilor și deși în numeroase cazuri există argumente și dovezi concrete în acest sens, industria alimentară modernă nu se mai poate dispensa de ei, din rațiuni economice. Pentru a proteja într-o oarecare măsură populația, la începutul anilor '80, Uniunea Europeană a standardizat utilizarea aditivilor alimentari prin adoptarea unui sistem de codificare al acestora.

Conform Uniunii Europene, „aditivul alimentar reprezintă orice substanță care nu este consumată în mod normal ca aliment în sine și nu este folosită ca ingredient constituent al unui aliment, care are sau nu valoare nutritivă și care se adaugă intenționat, cu un scop tehnologic în timpul producerii, procesării, împachetării, ambalării, transportului și stocării unui aliment afectând direct sau indirect caracteristicile alimentelor la care se adaugă”.

Aditivii alimentari sunt folosiți în scopul:

- conservării calităților nutritive ale produselor o perioadă mai mare de timp;
- îmbunătățirii stabilității unui aliment;
- îmbunătățirii proprietăților organoleptice cum ar fi: aroma, culoarea, consistența, aciditatea sau alcalinitatea produselor.

Aditivii alimentari incluși în lista UE sunt codificați cu litera „E”, de la Europa, urmată de un număr format din trei sau patru cifre.

Acest mod de simbolizare ajută consumatorul în recunoașterea aditivilor în alimente, indiferent de limba în care este redactată eticheta unui produs, garantând astfel că aceștia fac parte din lista celor autorizați.

În funcție de rolul tehnologic, aditivii sunt clasificați astfel:

- coloranți – notați de la 100 la 200;
- conservanți – de la 200 la 300;
- antioxidanți, acidifianți și substanțele tampon - de la 300 la 400, dar și alte numere cum ar fi 260 sau 575;
- agenți de gelificare, stabilizatori, substanțe de îngroșare – de la 400 la 470 dar și 385;
- emulsifianți (emulgatori) - de la 470 la 500 dar și 322 ;
- agenți de afânare – de la 500 la 600;
- potențiatori de gust – de la 600 la 700;
- îndulcitori artificiali (edulcoranți) – de la 950 la 970;
- substanțe de suport – de la 1000 la 2000.

Dintre toți acești aditivi U.E. a admis folosirea doar a 171, cu condiția respectării unui anumit dozaj.

Lista aditivilor autorizați este însă în permanentă schimbare prin scoaterea de pe listă a unor aditivi cu efecte nocive care nu erau cunoscute în momentul autorizării lor și adăugarea unor noi substanțe autorizate a fi folosite în industria alimentară.

În țara noastră legislația se aliniază legislației Europene și din 2003 au fost introduse „Normele privind aditivii alimentari destinați utilizării în produsele alimentare pentru consum uman”. În România este admisă utilizarea a 200 aditivi alimentari numai în condiții bine stabilite

pentru fiecare aditiv în parte, în special a dozei maxime admise, a alimentelor la care se adaugă și a motivelor utilizării acestora.

Unii aditivi alimentari sunt obținuți din surse naturale, iar alții care nu există în natură sunt obținuți prin sinteză chimică. Prezența aditivilor alimentari, fie că sunt naturali sau de sinteză este supusă legislației în vigoare.

Din multitudinea aditivilor alimentari folosiți, specialiștii nutriționiști au ajuns la concluzia că cei mai periculoși sunt cei de sinteză, în timp ce cei naturali nu sunt nocivi pentru sănătate.

Lista E-urilor acceptate, netoxice

- E100 (turmeric) – cunoscut ca „șofran indian” are proprietăți anticancerigene;
- E140 (clorofila) – colorantul verde din frunze;
- E150 (caramel);
- E160 a (caroten) – pigment galben cu efect antioxidant, abundent în morcovi;
- E160d (licopen) – pigment de culoare roșie găsit în tomate, în grapefrut-ul cu miez roșu, are efect antioxidant;
- E161b și E161g – xantofile de origine vegetală și animală;
- E162 – pigmentul roșu din sfeclă;
- E170 – carbonat de calciu;
- E181 (acid tanic) – se găsește în ceai, coji de nuci, stejar;
- E260 (acid acetic) – oțetul;
- E300 (acid ascorbic) – vitamina C cu puternic efect antioxidant poate fi consumat și dacă este de sinteză;
- E306, E309 (tocoferoli) – vitamina E cu cel mai puternic efect antioxidant, poate fi consumat și dacă este produs de sinteză;
- E322 (lecitina) – antioxidant natural;
- E407 (caraguran) – emulsifiant natural;
- E410 (extract vegetal exotic) – duce la scăderea colesterolului;
- E440 (pectina) – gelifiant natural;
- E504 (carbonat de magneziu) – natural sau de sinteză;
- E509 (clorură de calciu) - natural sau de sinteză;
- E511 (clorura de magneziu) - natural sau de sinteză;
- E516 (sulfat de calciu) - natural sau de sinteză;
- E542 (fosfați) – extrași din oase;
- E552 (silicat de calciu) - natural sau de sinteză;
- E636 (maltol) –în malțul prăjit.

Lista E-urilor periculoase

- E122 (azorubina) – colorant roșu obținut din gudron, se adaugă la dulciuri. ***Permis în România;***
- E123 (anaranthal) – colorant roșu purpuriu - obținut din planta cu același nume se folosește la prăjituri, jeleuri. Poate provoca astm și hiperaciditate. ***Interzis în România;***
- E132 (indigolina) – colorant indigo-carmin. ***Permis în România;***
- E155 (brun HT) – colorant maro-ciocolatiu provenit din gudronul de ulei folosit la crema de ciocolată. ***Permis în România;***
- E210 (acid benzoic) – folosit la băuturi alcoolice, brânzeturi, dulciuri, medicamente, pâine, poate produce astm, hiperaciditate, cancer. ***Permis în România;***
- E250 (nitritul de sodiu) – folosit pentru menținerea culorii roșietice a cărnii; conduce la formarea de compuși cu potențial cancerigen (nitrozamine). ***Permis în România;***
- E330 (acid citric) – produce afecțiuni ale cavității bucale și are acțiune cancerigenă puternică; se găsește în aproape toate sucurile din comerț. ***Permis în România;***
- E420 (sorbitol) – îndulcitor artificial obținut din glucoză. Se folosește în: dulciuri, siropuri farmaceutice, produse cosmetice. Provoacă tulburări gastrice. ***Interzis în România;***
- E555 (silicat de aluminiu și potasiu) – folosit în: sare, lapte parf și făină; asociat cu boala Alzheimer. ***Permis în România;***
- E951 (aspartam) – îndulcitor artificial, produce numeroase reacții adverse și boli la nivel digestiv, urinar, pulmonar. ***Permis în România;***
- E952 (ciclamat) – îndulcitor artificial, asociat cu cancerul. ***Permis în România;***
- E622 (L-glutamat monosodic) – potențiator de gust, poate produce numeroase manifestări patologice la nivel digestiv. ***Permis în România.***

3.13. Alicamente

Termenul de alicament obținut prin combinarea termenilor de aliment și medicament, desemnează alimentele cu virtuți de medicamente pe care nutriționiștii le recomandă a fi consumate cât mai des și în cantitate apreciabilă (vezi tabelul 3.5).

Acest termen, recent ca formă, este foarte vechi prin conținut dacă ne amintim de Hipocrate care ne recomanda ca alimentele să ne fie primele medicamente sau de principiile medicinei tradiționale chineze și japoneze care recomandau asocieri de alimente și plante medicinale în scopul prevenirii unor maladii.

Noțiunea de alicament apare în Japonia anilor '80, iar în Occident în anul 1995. Originea acestei noțiuni se găsește atât în progresele științifice cât și în dorința crescândă a consumatorilor de a cunoaște și a avea la dispoziție alimente benefice pentru sănătate.

Tabelul 3.5. Alicamente

Nr. crt.	Alicament	Conținut și proprietăți
0	1	2
1	Ananas	bogat în enzime, glucide ușor asimilabile, caroteni, vitamine; digest remineralizant, contribuie la combaterea unor boli ca: SIDA, alergii, cancer
2	Ardei	bogat în vitamina C, săruri minerale, β -caroten (cel roșu) și compuși cu acțiune antioxidantă (cel iute); remineralizant, imunostimulator, reduce colesterolul și riscul bolilor de inimă, antioxidant
3	Banane	bogate în Mg (relaxant și protector al sistemului vascular), K și glucide ușor asimilabile; reprezintă de asemenea o sursă de pectine și glucide; energetic și nutritiv, echilibrant nervos, nu se recomandă diabeticilor
4	Caise	bogate în β -caroten și fibre celulozice, au un conținut mediu în vitamina C și glucide ușor asimilabile; sunt ușor laxative; prin uscare pierd vitamina C
5	Ceai	conține teină (cafeină) și teofilină, polifenoli și taninuri; acțiune antioxidantă, vasodilatatoare, tonic general și cerebral, ușurează digestia
6	Ceapă	conține principii antibiotice, enzime, vitamine, minerale, glucide; tonic, antiinfecțios și antiseptic, stimulent general, antireumatic, hipoglicemiant, antisclerotic, expectorant, vermifug, diuretic
7	Cereale integrale (grâu, secară, ovăz, orz)	alimente aproape complete (bobul fiind asimilat cu „ou vegetal”) sunt nutritive și energetice, reduc colesterolul și tensiunea arterială, îmbunătățesc tranzitul intestinal
8	Citrice	bogate în vitamina C și în bioflavonoide (în concentrația cea mai mare în partea albă a cojii); măresc rezistența la infecții și au rol antioxidant
9	Ciuperci	conțin proteine (fapt pentru care sunt numite și „carne vegetală”), glucide, vitamine și minerale; au rol antianemic, remineralizant și imunostimulator
10	Fasole	aliment complex prin conținutul său în proteine, glucide și lipide; este ieftină, sănătoasă și conține substanțe anticanceroase

0	1	2
11	Fructe de pădure (fragi, zmeură, afine, mure, coacăze negre etc)	bogate în antocianozide (factor P), vitamina C în special, glucide ușor asimilabile; au acțiune antioxidantă puternică, stimulează funcțiile imunitare, încetinesc evoluția bolilor degenerative, măresc acuitatea vizuală
12	Mere	bogate în glucide și poliglucide, vitamine , minerale și enzime; sunt considerate printre cele mai bune fructe prin efectul lor tonic general (nervos, muscular, digestiv), hepatoprotector, hipocolesterolemiant, diuretic
13	Morcovi	bogați în β -caroten și glucide ușor asimilabile dar și celuloză insolubilă, reglementator intestinal (antidiareic și laxativ totodata), tonic general, remineralizant, cicatrizant, fluidifiant biliar; reduce riscul bolilor cardio-vasculare, cresc imunitatea, efect anti cancer și anti SIDA
14	Pepene verde	bogat în glucide ușor asimilabile, vitamine A,C, B, minerale; β -caroten, are acțiune diuretică, depurativă, regenerator al țesuturilor, asigură protecție anti-cancer și față de bolile cardiovasculare
15	Pește	în special de mare, din ape reci (somon, hering, macrou, morun) este bogat în acizi grași ω -3, proteine, vitamine, minerale și este singurul aliment care conține iod în cantitate apreciabilă; are acțiune anticoagulantă, previne bolile de inimă, antiolesterolemiant, imunostimulator
16	Produse lactate (lapte, brânză, unt, iaurt)	bogate în proteine, glucide și lipide, vitamina A, calciu; energetic, echilibrant, aliment complet, iaurtul poate fi consumat fără restricții și este bine tolerat comparativ cu laptele
17	Roșii	bogate în lycopen, vitamine A, B, C, glucide și minerale; rol antioxidant, imunostimulator, remineralizant, alcalinizant, detoxifiant, diuretic
18	Soia	bogată în proteine, lipide (lecitină), glucide, vitamine și minerale; aliment complet și ușor digerabil cu rol remineralizant, constructor general, echilibrant general și antiolesterolemiant, reducând riscul bolilor de inimă

0	1	2
19	Semințe oleaginoase (în, dovleac, floarea soarelui)	bogate în lipide ce conțin acizi grași polinesaturați, conținut mediu în glucide și proteine; energetice, imunostimulatoare, previn anumite forme de cancer
20	Spanac	crud (recomandat a se consuma sub formă de salate) conține vitamina C și A, acid folic, numeroase săruri minerale, clorofilă; remineralizant, antianemic, ușor laxativ
21	Struguri	pulpa este bogată în monoglucide ușor digerabile (fructoza și glucoza) vitamina A și B, pielea în antocianozide (cei negri), iar în sămburi se găsesc taninuri, lignină, ulei, rășini etc; energetic muscular, nervos și cardiac, remineralizant, stimulent și decongestionant hepatic, digest, ușor laxativ, diuretic, antioxidant (sămburii și pielea), colagog
22	Usturoi	conține principii antibiotice, compuși cu sulf, enzime, vitamine, și minerale; antiseptic, antibacterian și antiviral, hipotensiv și hipocolestolemiant, antioxidant excelent
23	Varză (albă și roșie), conopidă (brocolli), gulie	bogate în celuloză, vitamina C și A cât și în substanțe cu acțiune anticanceroasă; reechilibrant general, energizante, remineralizante, cicatrizante, alcalinizante; îmbunătățesc tranzitul intestinal

Prin alicamente se înțeleg alimentele constitutive ale unui regim alimentar și nu suplimentele alimentare care pot fi considerate medicamente. De aceea este corect să se spună că alimentele diminuează riscurile apariției unor boli, în timp ce medicamentele le tratează. În prezent există mai mulți termeni lingvistici similari în conținut cu termenul de alicament, ca de exemplu: aliment funcțional, nutraceutic etc.

Lista alicamentelor ar putea fi continuată cu numeroase alte legume și fructe ale căror calități și proprietăți terapeutice le folosim cum ar fi de exemplu: cireșele, perele, curmalele, smochinele, prunele, rodia, lăptuci, cartofi, hrean, unișor (creson), măsline, țelină, vinete, sfecla roșie, ridichea neagră, mărar, pătrușel, cimbru, tarhon etc.

Nutriționiștii recomandă pentru regimul zilnic consumarea a 4-5 feluri de fructe, 5-6 feluri de legume, 6-8 feluri de cereale, 2-3 feluri de proteine (dar nu din carne), 2-3 căni de ceai, câțiva căței de usturoi și la câteva zile 1-2 linguri de semințe!

4. NOȚIUNI GENERALE DE CLASIFICARE A ORGANISMELOR VEGETALE.

UNITĂȚI SISTEMATICE

Organismele vegetale, de la cele mai „neînsemnate” până la cele superioare (plantele cu corp diferențiat în rădăcină, tulpină, frunze și cu flori și fructe) au rolul lor în natură: asigură oxigenul necesar pentru respirația majorității organismelor, acumulează energie solară și creează din substanțe anorganice (CO_2 și H_2O) o cantitate imensă de materie organică folosită ca hrană de către animale, de om și chiar de plante, constituie materie primă pentru industrie, inclusiv pentru obținerea de compuși cu acțiune terapeutică (v. cap. 2.1. „**Materie primă. Produs vegetal. Principiu activ**”).

Întrucât în această lucrare ne propunem „o punere în temă” a celor mai puțin familiarizați cu biologia vegetală (și botanica farmaceutică), în continuare vom face o scurtă incursiune în lumea vegetală, prezentând principalele caracteristici ale unităților taxonomice, precum și câteva exemple ale familiilor, genurilor și/sau speciilor reprezentative.

Clasificarea organismelor vegetale se poate face după mai multe criterii generale, dintre care: rolul pe care îl au în natură, tipul de nutriție, sursa de energie pe care o folosesc, tipul de respirație, modul de utilizare a mediului în care trăiesc și implicit de adaptare la acest mediu, forma vitală (acel tip morfologic la care sub influența mediului s-au elaborat adaptările ecologice pentru a supraviețui condițiilor nefavorabile) ș.a. Insistăm în continuare asupra câtorva din aceste criterii, clarificând astfel anumiți termeni întâlniți pe parcursul expunerii viitoare.

- Astfel, după **rolul** pe care îl au în natură organismele vegetale sunt:
 - verzi cu clorofilă (marea majoritate) și
 - fără clorofilă.
- **Tipul de nutriție** al organismelor vegetale a impus împărțirea lor în:
 - autotrofe (se hrănesc singure), care utilizează ca sursă de carbon CO_2 ; din această clasă fac parte plantele verzi, unele bacterii și alge;
 - heterotrofe (se hrănesc pe seama altora), care utilizează pentru nutriție compuși gata formați, depinzând astfel de produșii altor celule. Sunt incluse aici:
 - organismele vegetale saprofite (gr. *sapros* = cadavru) ce trăiesc pe resturile organice moarte ale organismelor și sunt nepatogene (bacterii și ciuperci) și
 - organismele vegetale parazite care folosesc în hrana lor substanțe organice pe care le iau din mediul înconjurător (bacterii, ciuperci, dar și plante superioare). Dezvoltându-se în organismele vii, ele produc afecțiuni plantelor și animalelor, fiind patogene (gr. *pathos* = suferință; *genesis* = a naște);

- Uneori se creează o simbioză între o plantă și parazitul ei, fiecare din acestea ajutând-o pe cealaltă să trăiască; această formă de conviețuire este obligatorie sau nu pentru unul sau ambii parteneri. Asociațiile simbiotice între diferite specii de ciuperci și rădăcinile plantelor superioare se numesc micorize. În cadrul acestei conviețuiri: ciupercile absorb mai eficient substanțele organice azotoase din sol, făcându-le accesibile plantelor și facilitând transportul lor spre țesuturile rădăcinilor, iar plantele hrănesc ciupercile cu hidrați de carbon și substanțe de creștere ;
- La acestea se adaugă organismele vegetale cu nutriție mixtă; de exemplu, cele care în condiții prielnice sunt autotrofe și care, în absența luminii și într-un mediu bogat în substanțe organice, pot deveni heterotrofe. În această categorie sunt incluse și plantele carnivore (insectivore), care deși sunt capabile de fotosinteză au nevoie de un supliment de substanțe minerale, pe care le iau din corpul animalelor mici, în special insecte.
- După **sursa de energie** pe care o folosesc organismele vegetale sunt: fototrofe (sintetizează compuși organici cu ajutorul energiei luminoase) și chemotrofe. Acestea din urmă folosesc ca sursă de energie reacțiile de oxido-reducere, rezultând două subclase: dacă donorul de electroni este o substanță minerală sunt chemolitotrofe, iar dacă utilizează ca donor un compus organic sunt chemoorganotrofe. La rândul lor, fototrofele sunt fotolitotrofe, respectiv fotoorganotrofe.
- **Respirația** organismelor vegetale le împarte în: aerobe (folosesc oxigenul liber pentru oxidarea substanțelor organice), anaerobe (oxidarea substanțelor organice se face în absența oxigenului din aer), facultativ aerobe, strict anaerobe.
- În funcție de regimul de umiditate al mediului în care trăiesc, organismele vegetale se împart în următoarele categorii: hidrofite (plante acvatice); higrofite, iubitoare de umiditate crescută; mezofite, care cresc în condiții de umiditate suficientă, cu precipitații în toată perioada de vegetație și xerofite, plante cu adaptabilitate mare la secetă (posedă în celule substanțe coloide care trec în gel în lipsa apei, au o transpirație încetinită și suportă ofilirea prelungită).
- Luând drept criteriu forma vitală a plantelor specialiștii au stabilit șase grupe de forme vitale: fanerofite (plante cu muguri de reînnoire expuși, care se găsesc relativ sus deasupra solului, cum sunt arborii și arbuștii); chamefite (semiarbuști și arbuști la care mugurii de reînnoire ale lăstarilor se găsesc în apropierea solului și sunt protejați iarna de către stratul de zăpadă); hemicriptofite (ierburi perene la care mugurii de reînnoire se formează la nivelul suprafeței solului, dar toate părțile aeriene dispar odată cu venirea iernii); geofite (cu muguri de reînnoire ascunși în sol și dispuși pe rizomi, bulbi, tuberculi etc.); helofite (ierburi perene cu rizomii în mlaștini); terofite (ierburi anuale care se înmulțesc numai prin

semințe, incapabile să formeze muguri de iarnă).

- Pe linie evolutivă, inițial lumea vie a fost împărțită în ***două mari regnuri: vegetal și animal***.

În cadrul fiecărui regn, plantele, respectiv animalele au fost aranjate de către sistematicieni într-un sistem de evoluție în ordine succesivă, de la inferior la superior. Plantele au fost grupate în:

- plante inferioare, care nu au corp diferențiat în organe vegetale: alge, bacterii, ciuperci, licheni;
- plante superioare, care au corp alcătuit din rădăcină, tulpină și frunze: mușchi, ferigi, gimnospermele și angiospermele.

Dezvoltarea ulterioară a biologiei celulare a condus la necesitatea definirii și altor regnuri, astfel încât **astăzi** este în general recunoscută existența a ***cinci regnuri: Monera*** (organisme procariote*), ***Protista*** (include după unii cercetători numai organismele eucariote unicelulare, iar după alții și pe cele pluricelulare relativ simple, ca derivate din primele), ***Fungi*** (funzi sau ciuperci), ***Plantae*** (Regnul vegetal) și ***Animalia***. Această clasificare ține cont nu numai de similaritate, dar și de organizarea celulelor pro- și eucariote** și de tipul lor de nutriție, fiind în conformitate cu principiile sistematicii.

Sistematica (gr. latinizat *systema* = sistem, mod de orânduire, așezare) este o ramură a botanicii care se ocupă cu clasificarea și implicit inventarierea plantelor pe baza principiilor filogenetice ale taxonomiei. Sistematica stabilește grupele mari de indivizi, care pot fi împărțite la rândul lor în alte grupe sistematice pe baza caracterelor asemănătoare și a originii comune (deci a omologiei lor), dar și a adaptării la condiții similare de mediu (a analogiei lor). Permite în acest fel reconstituirea căilor de dezvoltare a lumii vegetale.

Termenul „taxonomie” (gr. *taxis* = ordine, *nomos* = regulă) a fost introdus de Auguste de Condolle, în 1813. Taxonul este o unitate sistematică concretă, de un anumit rang în clasificarea ierarhică a plantelor și animalelor. Taxonii se ierarhizează după gradul de înrudire și după importanța caracterelor luate în considerare.

Sistematica este strâns legată de morfologie (gr. *morfe* = formă), o altă ramură a botanicii care studiază formația externă a organelor plantelor și metamorfoza lor (modificarea formei) și de anatomie (gr. *ana* = prin, *tomia* = tăiere), care se ocupă cu studiul structurii acestora.

Pentru realizarea unui astfel de sistem de clasificare natural-filogenetic și nu închis, bazat pe un singur caracter, trebuie avute în vedere nu numai caracterele anatomo-morfologice, ci și pe cele embriologice, biochimice, biogeografice etc.

*Procariotele sunt organisme unicelulare lipsite de nucleu tipic. Se hrănesc hetero- sau autotrof. Se reproduc asexuat, cel mai adesea prin diviziune simplă și rar prin înmugurire. Din această categorie fac parte bacteriile și algele albastre-verzui.

**Eucariotele sunt organisme unicelulare sau pluricelulare care posedă nucleu adevărat, cu unul sau mai mulți nucleoli, delimitat la exterior de o membrană nucleară distinctă.

Procariotele și eucariotele au origine comună, dar au evoluat paralel.

Principalul criteriu de delimitare a organismelor este cel reproductiv, deoarece reproducerea asigură relaționarea unitară a indivizilor din cadrul aceleiași specii și diferențierea unei specii de toate celelalte existente, prin incompatibilitate reproductivă.

Unitatea taxonomică (grupa sistematică sau taxonul) **de bază** este **specia**.

Se definește **specia vegetală** ca fiind unitatea fitotaxonomică de bază reprezentată în natură de un individ (fitoindivid) având anumite însușiri caracteristice, reprodus în mai multe exemplare, care se dezvoltă pe un anumit areal și care are o evoluție de sine-stătătoare. Apelația de specie este folosită astăzi în trei sensuri: cel de taxon, cel de categorie (termen abstract care cuprinde toți taxonii de un anumit rang) și cel de nivel de organizare (specia reprezintă un anumit nivel de organizare a vieții).

Speciile sunt:

- monotipice, dacă toți indivizii prezintă aceleași caractere morfo-anatomice, fiziologice și genetice;
- politipice, atunci când indivizii se dezvoltă pe un areal de dimensiuni mari și prezintă caractere de diferențiere.

Datorită răspândirii pe suprafețe întinse apar:

- subspecii sau rase geografice, cu un areal bine definit, caracterizat de anumiți factori ecologici care au determinat diferențierea unor caractere morfologice;
- varietăți: cu anumite însușiri morfologice ale organelor vegetative care se transmit ereditar;
- forme: subunități ale varietăților cu caractere de mai mică importanță, diferențiate datorită condițiilor ecologice în care trăiesc;
- soiuri: varietăți apărute prin selecție artificială la speciile de cultură.

Subunitățile speciei prezintă anumite caractere individuale care se transmit primei generații, dar dispar la următoarele.

Prin încrucișarea a doi indivizi aparținând aceleiași varietăți rezultă rasa, ale cărei caractere se transmit ereditar. De exemplu, rasele chimice sunt indivizi la care s-a urmărit creșterea cantitativă a unuia sau a mai multor principii active. Obținerea pe cale artificială a acestora are o deosebită importanță practică.

Prin încrucișarea a două specii apropiate se obțin hibrizi. Aceștia au caracterele ambilor părinți, dar se pot pierde la generațiile următoare.

Denumirea științifică sau **nomenclatura** organismelor vegetale se face în sistemul binominal, introdus de Linné în 1753. Cuvintele sunt în principal de origine latină dar se folosesc și cuvinte din greacă (*Helianthus*), arabă (*Oryza*), unele fiind preluate din mitologie (*Adonis*) etc.

Nomenclatura speciei este formată din două cuvinte, dintre care primul desemnează genul (unitatea taxonomică imediat superioară speciei) printr-un termen generic, de obicei un substantiv și se scrie cu litere mari, iar cel de-al doilea reprezintă specia, este un termen specific (un adjectiv și mai rar un substantiv sau un nume propriu), se scrie cu literă mică și are valoare numai împreună cu numele generic. De obicei denumirile științifice ale plantelor sunt tipărite cu caractere italice, fapt ce le evidențiază în text.

După numele speciei se atașează prescurtat numele botanistului care a descris pentru prima dată specia respectivă. De exemplu, dacă C. Linné a descoperit și descris primul o anumită specie, atunci aceasta va avea în nomenclatură majuscula „L.”; literele „D.C.” îl indică pe De Candolle, „Lam.” pe Lamarck; prescurtarea „A.L. Juss.” vine de la A.L. Jussieu; „Gaertn.” de la I. Gaerten etc. De exemplu roinița are denumirea științifică *Melissa officinalis* L., unde „*Melissa*” este genul, „*officinalis*” desemnează specia, „iar L.” derivă de la Linné.

Atunci când o specie sau o altă unitate taxonomică a fost descrisă de doi autori este valabilă prima descriere, însă se poate folosi și cealaltă (nu este obligatoriu), ca sinonim al primei. Dacă o plantă este încadrată într-o altă unitate taxonomică, atunci se trece în paranteză primul autor care a descris taxonul respectiv și în afara parantezei se scrie autorul care a făcut combinația nouă. Când o specie are mai multe denumiri științifice între denumiri se scrie „sin.” de la „sinonim”. Dăm ca exemplu specia de mușetel medicinal denumită științific *Matricaria chamomilla* L. sin. *Chamomilla vulgaris* Koch. sin. *Chamomilla recutita* (L.) Rauschert sin. *Matricaria recutita* L.

Hibrizii aparținând aceluiași gen se notează cu „x” pus înaintea termenului care descrie specia (înaintea epitetului) și în continuare, în paranteză se trec părinții. De exemplu, un hibrid căpșun provenid de la speciile *Fragaria virginiana* și *Fragaria chiloensis* are denumirea științifică: *Fragaria x ananassa* Duch. (*F. virginiana* x *F. chiloensis*). Dacă o specie hibridă a rezultat în urma încrucișării a două specii din genuri diferite, semnul „x” se pune în fața numelui generic: x *Festulolium ascendens* (*Festuca pratensis* x *lolium perenne*).

De asemenea se folosesc abrevierile unităților taxonomice (primele două sau trei litere ale cuvântului) și ale denumirilor științifice ale lor (primul sau primele două litere). De exemplu cu „sp.” se prescurtează specia, cu „ssp.” subspecia, cu „fam.” familia etc. Abrevierile denumirilor științifice se utilizează mai ales în cazul enumerărilor. Concret, atunci când vrem să specificăm mai multe specii ale aceluiași gen putem prescurta denumirea genului. De exemplu scriem că uleiul volatil de origan este termenul generic care desemnează uleiurile volatile obținute prin antrenarea cu vapori de apă a somităților florale provenite de la speciile: *Origanum vulgare* L. (sovârf); *O. vulgare* L. ssp. *viride* (Boiss.) Hayak., *O. heracleoticum* L. *carvacroliferum*, *O. Heracleoticum* L. *thymoliferum*, *O. Creticum* L. (origan de Grecia); *O. Onites* L. (origan de Turcia), *O. Compactum* Bentham (origan cu flori compacte); *Corydanthus capitatus* (L.) Reichenb (origan de Spania),

toate aparținând familiei *Lamiaceae* și *Lippia graveolens* H.B.K. (origan de Mexic), fam. *Verbenaceae*.

Unitatea taxonomică imediat superioară speciei este **genul**, constituit din mai multe specii înrudite filogenetic și care diferă printr-un număr foarte mic de caractere (de exemplu genul *Papaver*, *Rosa*). Uneori genul cuprinde o singură specie și se numește monotipic, dar de cele mai multe ori include mai multe specii.

Familia cuprinde mai multe genuri asemănătoare. Denumirea ei științifică se face cel mai adesea prin adăugarea sufixului „-aceae”, mai rar „-erae” la denumirea celui mai reprezentativ gen din grup. Genul *Rosa*, de exemplu, este considerat componentul cel mai de seamă al familiei din care face parte, prin urmare aceasta a primit denumirea de *Rosaceae*.

O familie numeroasă este divizată în **triburi** (mai multe genuri înrudite între ele) și **subfamilii** (alcătuite din mai multe triburi).

Când genurile care intră în alcătuirea unei familii au un număr mare de caractere comune și speciile se recunosc ușor, ele alcătuiesc o familie naturală. Dacă dimpotrivă, genurile se aseamănă doar prin câteva caractere, ele formează o familie artificială (o înlănțuire).

Ordinul (prescurtat ord.) reunește familii având caractere generale apropiate și se denumește asemănător familiei: la numele celei mai reprezentative familii se adaugă sufixul „-ales”. De exemplu, ordinul *Rosales* include familii înrudite filogenetic cu fam. *Rosaceae*. Există și ordine cu o singură familie: ord. *Aristolochiales*, cu fam. *Aristolochiaceae* (specia reprezentativă a acestei familii este *Aristolochia clematitis*, mărul lupului, de unde și denumirea familiei).

Unitatea superioară ordinului este **clasa** (prescurtat, cls.). Pentru a denumi o clasă se păstrează rădăcina celui mai reprezentativ ordin, la care se adaugă sufixul „-phyceae” pentru alge (*Euglenophyceae*), „-mycetae” pentru ciuperci (*Ascomycetae*), „-atae” pentru mușchi, ferigi, gimno- și angiosperme (*Dicotyledonatae*).

Mai multe clase înrudite alcătuiesc o **încrengătură** (sau un **filum**). Numele încrengăturii se formează prin adăugarea terminației „-phyta” la rădăcina cuvântului care desemnează principala clasă din grup. Uneori încrengătura are două nume sinonime, de exemplu *Magnoliophyta* sau *Angiospermatophyta*, care grupează angiospermele.

Unitatea structurală superioară este **regnul**.

Pe lângă aceste unități sistematice principale, se pot folosi și unități intermediare, ca: subfamilia, subordinul, subclasa, subîncrengătura, subregnul, care delimitează grupe de plante asemănătoare ce se evidențiază în cadrul unității sistematice respective. De exemplu, subregnul cuprinde mai multe încrengături și are terminația caracteristică „-bionta”: subregnul *Phycobionta* sau *Algophyta* reunește ficobiontele (algele) și este format din încrengături ca: *Xantho-*, *Rhodo-* și *Euglenophyta*.

În tabelul 4.1. se prezintă unitățile sistematice de la regn la specie, cu exemplificare pentru *Rosaceae*.

Tabelul 4.1. Rezumat al sistemului de clasificare

Taxon	Exemplificare
Regn (subregnuri)	Regnul <i>Plantae</i> Subregnul <i>Cormobionta</i> *
Încrengătură (subâncrengături)	Încrengătura <i>Magnoliophyta</i> sau <i>Angiospermatophyta</i>
Clasă (subclase)	Clasa <i>Magnoliatae</i> ; Subclasa <i>Rosideae</i>
Ordin	<i>Rosales</i>
Familie (subfamilii)	Fam. <i>Rosaceae</i> ; subfam. <i>Rosoideae</i>
Gen	<i>Rosa</i>
Specie (subspecii)	<i>Rosa canina</i> (denumire populară: măceș)

*Terminația caracteristică este scrisă cu caractere italice, subliniat.

4.1. Regnul Monera

Regnul *Monera* include organisme procariote: **bacteriile** (încrengătura *Bacteriophyta*) și **algele albastre** sau **albastre-verzui** (încrengătura *Cyanophyta*).

Bacteriile (gr. *bacterion* = bastonaș) sunt organisme de tip procariot, unicelulare, microscopice, heterotrofe (predominant) dar și autotrofe, patogene sau nepatogene. Sunt și bacterii care trăiesc în simbioză.

Au caracter cosmopolit, fiind răspândite în sol, aer, apă și în organismele vii. Aceasta datorită faptului că pot trăi și în prezența dar și în absența oxigenului, unele fiind adaptate la ambele tipuri de respirație (aerobă și anaerobă). Au forme dintre cele mai diverse: bastonașe (bacili), sfere (coci), spirale (spirili, spirochete), virgule (vibrioni). Trăiesc izolate sau în cenobii (gr. *koinobion* = viață în comun), colonie de organisme unicelulare înglobate într-o masă mucilaginoasă comună.

În mediu lichid se mișcă cu ajutorul cililor (prelungiri citoplasmatic), care pot fi singolari, dispuși în mănunchi fie la unul din polii bacteriei, fie la ambii, dar și pe toată suprafața celulei.

În condiții normale se înmulțesc prin diviziune directă, de unde și denumirea de *Scizomycetae* (gr. *schisein* = a se despica), iar în condiții nefavorabile prin spori de rezistență.

În tabelul 4.2 sunt date câteva exemple de bacterii, prezentate sistematizat, împreună cu importanța lor terapeutică.

Bacteriile sunt ultimile verigi în circuitul azotului, sulfului, descompun materia organică în substanțe anorganice simple pe care le transformă în săruri asimilabile; intervin în purificarea mediului („rol sanitar”) prin descompunerea resturilor vegetale și animale; bacteriile fermentative au importanță industrială și alimentară; unele specii sunt producătoare de antibiotice, altele de

vitamine (complexul B). Bacteriile patogene produc boli la plante (cancerul bacterian al pomilor fructiferi, putregaiul și râia comună a tuberculilor de cartof ș.a.), la animale și la om (holera, ciuma, febra tifoidă, tetanosul, tuberculoza, sifilisul etc).

Tabelul 4.2. Regnul *Monera*: reprezentare schematizată; câteva exemple de specii de bacterii și alge albastre cu importanță terapeutică

Regn	Încrengătură	Ordin	Familie	Gen	Specie
MONERA	<i>Bacteriophyta</i> (bacterii)	<i>Actinomycetales</i>	<i>Streptomycetaceae</i>	<i>Streptomyces</i> (include specii producătoare de antibiotice)	<i>S. griseus</i> (produce streptomicina), <i>S. erythaeus</i> (eritromicina), <i>S. fradiae</i> (neomicina), <i>S. kanamyceticus</i> (kanamicina) ș.a.
		<i>Eubacteriales</i>	<i>Bacillaceae</i>	<i>Clostridium</i>	<i>Clostridium botulinum</i> sin. <i>Bacillus botulinus</i> * (provoacă botulismul)
	<i>Cyanophyta</i> (alge albastre sau albastre- verzui)	<i>Hormogonales</i>	<i>Oscillatoriaceae</i>	<i>Spirulina</i>	<i>S. pratensis</i> ; <i>S. maxima</i> (importante surse de proteine)

*Toxina botulinică este un toxic deosebit de puternic.

Algele albastre sau albastre-verzui, cianobacteriile, cianoficeele sau scizoficeele (gr. *cyanos* = albastru, *phycos* = algă) sunt organisme inferioare, unicelulare, microscopice, izolate sau reunite în colonii și prezintă o mare adaptabilitate la condiții variate de mediu (ape dulci și sărate, stătătoare sau curgătoare, soluri umede, temperaturi extreme etc). Forma celulelor este sferică, elipsoidală sau cilindrică. Coloniile sunt cel mai adesea filamentoase, alcătuind un tal* simplu numit trichom, mai rar globuloase sau lamelare și învelite într-un manșon gelatinos.

Sunt lipsite de aparat locomotor; unele specii se pot deplasa prin executarea unor mișcări în sens longitudinal, de pendulare sau de rotație.

Ele au clorofilă **a**, ceea ce le apropie de plante, dar nu au clorofilă **b** și cloroplaste, iar pigmenții asimilatori (ficocianina, o cromoproteidă albastră cu fluorescență roșie, caracteristică algelor albastre, carotenoide și uneori ficoeritrina) sunt situați la nivelul unei membrane fotosintetizatoare de la periferia celulei denumită cromo- sau cromatoplasmă, diferită de membrana internă.

*Talul este acel corp vegetativ nediferențiat în rădăcină, tulpină și frunze.

Aceste alge sunt autotrofe fotosintetizatoare, dar ele sintetizează amidon de cianoficee asemănător glicogenului, alături de glicoproteide, lipide ș.a. Sunt și specii care trăiesc în simbioză cu ciuperci, iar altele se dezvoltă pe frunzele unor ferigi de apă.

Culoarea algelor este în funcție de predominanța cantitativă a pigmentului din cromatoplasmă: când acesta este ficocianina algele au culoarea albastră; când este ficoeritrina, algele sunt roșii. Cele mai multe sunt însă albastre-verzui, pentru că pigmentul predominant la majoritatea cianoficeelor este clorofila.

Se înmulțesc prin diviziune celulară directă, prin fragmentarea coloniilor sau prin spori de rezistență.

Cele mai cunoscute specii de alge albastre sunt cele din genurile *Nostoc*, *Anabaena*, *Oscillatoria* și *Spirulina* (v. tabelul 4.2.). Se remarcă alga albastră *Spirulina*, care are cca. 70% proteine totale, fiind tot mai mult utilizată ca supliment alimentar (v. cap. 3.8 „Surse de proteine” și *Anexa nr. 2*).

4.2. Regnul Protista

Clasificarea organismelor procariote, implicit a celor din regnul *Protista* este și în prezent o temă deschisă. Se consideră că acest regn cuprinde:

- **protozoarele**, organisme unicelulare heterotrofe de tip animal;
- **mixomicetele** și **acrasiomicetele**, organisme heterotrofe apropiate de fungi;
- **algele**, organisme eucariote fotosintetizante.

Dintre acestea, importanță terapeutică mai mare o prezintă **algele**, incluse de către sistematicieni în subregnul *Phycobionta* sau *Algophyta* (Anca Sârbu, 1999- v. „Bibliografia”).

Algele sau ficobiontele se definesc ca organisme vegetale talofite, uni- sau pluricelulare simple, coloniale, cu reproducere asexuată (diviziune celulară) sau sexuată. Având clorofilă **a** (pigment majoritar), carotenoide și pigmenți ficobilinici, sunt fotosintetizante.

În funcție de preponderența acestor pigmenți, precum și de natura substanțelor de rezervă și de compoziția peretelui celular și în conformitate cu sistemul de clasificare adoptat, se disting nouă încrengături, prezentate pe scurt în tabelul 4.3.

Prezența algelor în lanțul trofic se justifică și prin rolul pe care acestea îl joacă. Prezente în toate biotopurile, importanță mai mare au algele acvatice. Astfel, prin faptul că sunt fotosintetizante algele oxigenează apele, contribuind la purificarea lor.

Din membranele bogate în gelatină a unor specii de alge roșii se extrage geloza vegetală (agar-agar-ul), folosit la prepararea mediilor de cultură. Din algele brune (*Fucus*) se extrag: iodul, bromul, potasiul. Prin distilarea uscată a talurilor unor alge se obține alcool metilic, acetonă, alginat de sodiu, acid acetic.

Tabelul 4.3. Regnul *Protista*: reprezentare schematizată; câteva exemple de specii de alge.

Regn	Subregn	Încrângătură	Clasă	Ordin	Familie	Gen	Specie
PROTISTA (protozoare, alge)	Phycobionta sau Algophyta	<i>Cryptophyta</i> (au pe fața ventrală un șanț longitudinal care se termină printr-o invaginare denumită „criptă”)		<i>Crypto-monadales</i>	<i>Crypto-monadaceae</i>	<i>Crypto-monas</i>	
		<i>Pyrrophyta</i> sau <i>Dinophyta</i> alge brune, brun-gălbui până la roșu (gr. <i>pyrros</i> = foc); pigment majoritar = xantofila	<i>Dino-phyceae</i>	<i>Peridinales</i>	<i>Peridinaceae</i>	<i>Peridinium</i>	
		<i>Chrysophyta</i> alge aurii, galben-aurii (gr. <i>chrysos</i> = auriu); pigment majoritar = fucoxantina	<i>Chryso-phyceae</i>			<i>Chromu-lina</i>	<i>Chromulin-rosanffii</i> (nelipsită în bazinele artificiale)
			<i>Prymnesio-phyceae</i>			<i>Calypto-sphaera</i>	<i>C. insignis</i> (are înveliș extern impregnat cu CaCO ₃ , formând cocolite)
		<i>Bacillariophyta</i> (au clorofile + xantofilă, fucoxantină, diadinoxantină, β-caroten)	<i>Centro-phyceae</i>	<i>Coscino-discales</i>	<i>Coscinodis-caceae</i>	<i>Melosira</i>	<i>M. arenaria</i> (crește pe stâncile umede)
		<i>Xanthophyta</i> alge verzi-gălbui; pigment majoritar = xantofila	<i>Xantho-phyceae</i>	<i>Vaucheria-les</i>	<i>Vaucheria-ceae</i>	<i>Vaucheria</i> *	
		<i>Phaeophyta</i> (<i>Melanophyta</i>) alge brune, (gr. <i>phaeos</i> = brun, <i>melanos</i> = negricios); pigment majoritar = fucoxantina	<i>Fucophy-ceae</i>	<i>Fucales</i>	<i>Fucaceae</i>	<i>Fucus</i> *	<i>F. vesiculosus</i>
		<i>Rodophyta</i> sau <i>Erithrophyta</i> alge roșii, (gr. <i>rhodos</i> sau <i>erytros</i> = roșu); pigment majoritar = ficoeritrina	<i>Florido-phyceae</i>	<i>Crypto-nemiales</i>	<i>Corallina-ceae</i>	<i>Corallina</i>	<i>C. officinalis</i> <i>C. rubens</i> (proprietate antihelmintică)
		<i>Euglenophyta</i> (au clorofile + pigmenți carotenoidici) alge mobile, flagelate*	<i>Eugleno-phyceae</i>	<i>Euglenales</i>	<i>Euglenaceae</i>	<i>Euglena</i>	<i>E. viridis</i> <i>E. proxima</i>
		<i>Chlorophyta</i> alge verzi, (gr. <i>chloros</i> = verde); pigment majoritar = clorofila	<i>Chloro-phyceae</i>	<i>Ulothricha-les</i>	<i>Ulvaceae</i>	<i>Ulva</i>	<i>Ulva lactuca</i> (salata de mare comună în Marea Neagră)

* Algele *Vaucheria* și *Fucus* sunt prezentate în *Anexa nr. 2*

Flagelatele constituie un nod filogenetic: din flagelatele autotrofe a derivat: regnul vegetal și din flagelatele heterotrofe cel animal.

Ele sunt consumate de animalele mici aparținând zooplanctonului. Multe specii de alge sunt furajere, câteva sunt cultivate și folosite și în alimentația omului pentru conținutul lor mare de proteine. Algele marine de dimensiuni mari sunt folosite la fertilizarea solului.

Unele specii comestibile sunt studiate pentru a fi utilizate în spațiul cosmic deoarece sunt foarte rezistente la variațiile mari de temperatură, lumină, prezența unor substanțe minerale dar și pentru că produc o masă vegetală mare care degajă oxigen și consumă CO₂ produs de cosmonauți.

4.3. Regnul *Fungi*

Acest regn include **fungiile** (lat. *fungos* = ciupercă), denumite și **ciuperci** sau **micofite** (gr. *myces* = ciupercă). Majoritatea ciupercilor sunt adaptate la viața terestră și numai un număr mic la cea acvatică.

Incluse inițial în regnul vegetal, ciupercile sunt totuși diferite de plante printr-o serie întreagă de caractere majore:

- sunt talofite lipsite complet de pigmenți asimilatori. Prin urmare, ele duc o viață heterotrofă, saprofită sau parazită, iar altele sunt simbiote;
- sintetizează glicogen și nu amidon ca produs de rezervă;
- în compoziția peretelui celular predomină polizaharidele, în special chitina;
- digestia lor este extracelulară, la formele saprofite ca etapă premergătoare absorbției;
- nu au organe specializate pentru diferite funcții metabolice;
- corpul ciupercilor este în întregime activ metabolic și permanent în interacțiune cu substratul pe care se dezvoltă;
- se reproduc diferit de plante: vegetativ prin porțiuni de micelii, înmugurire, scleroți*, asexuat prin spori și sexuat prin gametogamie (contopirea a doi gameți de sex diferit), gametangiogamie (contopirea conținutului organelor sexuale, elementele sexuale nefiind puse în libertate) și somatogamie (contopirea conținutului a două celule vegetative haploide, care aparțin la micelii primare diferite).

Cele mai multe fungi sunt multicelulare sau multinucleate și puține sunt unicelulare și uninucleate (drojdiile).

Ciupercile primitive au corpul vegetativ format dintr-o masă protoplasmatică vâscoasă (plasmodiu), de unde denumirea de „mixomicete” (gr. *myxe* = mucozitate).

Fungiile superioare sunt formate din mase de filamente subțiri alcătuite din celule suprapuse denumite hife. Hifele sunt nedivizate (neseptate) și plurinucleate, sau sunt separate prin pereți transversali în mai multe celule și se numesc septe sau hife septate (gr. *hyphae* = rețea). Corpul vegetativ alcătuit din hife reprezintă un miceliu. Hifele unui miceliu sunt fie împletite și formează structuri moi denumite stroma, fie se îngroașă și se usucă, formând scleroții (elemente de rezistență). Septele au pori prin care citoplasma poate circula de-a lungul hifelor.

Împărțirea ciupercilor în unități taxonomice a ridicat numeroase discuții și este și în prezent o temă deschisă. Unul dintre sistemele de clasificare împarte ciupercile în încrengătura *Eumycota*, cu

mai multe subâncrengături: *Mastigomycotina* (ciuperci primitive), *Zygomycotina*, *Ascomycotina*, *Basidiomycotina* și *Deuteromycotina* (Anca Sârbu, 1999- v. „Bibliografia”). În tabelul 4.4. sunt date câteva exemple de ciuperci, încadrate în unitățile sistematice corespunzătoare.

Numeroase specii de drojdii sunt mult folosite în industria alimentară, în panificație, vinificație, la fabricarea berii etc. Din cele peste 10.000 de specii de ciuperci menționăm câteva, împreună cu importanța lor :

Saccharomyces cerevisiae (drojdia-de-bere). Unele forme ale acestei ascomicete produc fermentația glucidelor la alcool și CO₂ la 12 – 15 °C (levură ridicată) iar altele la 5°C, rezultând CO₂ și apă (levură joasă, folosită la dospirea aluaturilor produselor de panificație).

Tabelul 4.4. Regnul *Fungi*. Împărțirea ciupercilor în unități taxonomice

Regn	Încrângătură	Subâncrengătură	Clasă	Ordin	Familie	Gen	Specie
FUNGI (fungi, ciuperci)	Eumycota	<i>Mastigomycotina</i> (cele mai primitive ciuperci, cu organizare inferioară)					
		<i>Zygomycotina</i> (ciuperci inferioare, saprofite și parazite)	<i>Zygomycetes</i>	<i>Zygomycetales</i>	<i>Mucoraceae</i>	<i>Mucor</i>	<i>M. mucedo</i> ; (<u>mușegaiul comun</u>)
						<i>Rhizopus</i>	<i>Rhizopus nigricans</i> (mușegaiul negru)
		<i>Ascomycotina</i> (ciuperci evoluate, saprofite și parazite, ce prezintă un organ nou, <u>asca</u> , în care se formează sporii)	<i>Ascomycetes</i>	<i>Protoascales</i>	<i>Saccharomycetaceae</i>	<i>Saccharomyces</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> (drojdia de bere)
				<i>Plectascales</i>	<i>Aspergillaceae</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>A. niger</i> ; <i>A. oryzae</i>
						<i>Penicillium</i>	<i>P. notatum</i> ; <i>P. glaucum</i>
		<i>Pyrenomycetales</i>			<i>Claviceps purpureaea</i>		
			<i>Basidiomycotina</i> (cele mai evoluate ciuperci, incluzând specii parazite și ciupercile cu pălărie și picior, comestibile sau otrăvitoare; au miceliu pluricelular și un organ sporifer caracteristic numit <u>bazidia</u>)	<i>Bazidiomycetes</i>	<i>Ustilaginales</i>	<i>Ustilaginaceae</i>	<i>Ustilago</i>
		<i>Agaricales</i>			<i>Agaricaceae</i>	<i>Agaricus</i>	<i>A. campestris</i> ; (<u>ciuperca comună</u>)
			<i>Polyporaceae</i>	<i>Fomes</i>	<i>F. fomentarius</i> (<u>iasca adevărată</u>)		
<i>Deuteromycotina</i> (parazite și saprofite; ciuperci fără reproducere sexuată, imperfecte*)						<i>Fusarium</i>	<i>F. roseum</i> ; <i>F. oxysporum</i>

Dintre ciupercile comestibile, mult folosite în alimentație sunt: *Agaricus arvensis* (ciuperca-de-câmp), *Agaricus campestris* (ciuperca comună sau ciuperca albă de bălegar), *Boletus edulis* (mănătarcă sau hrib), *Armillaria mellea* (ghebe), *Morchella esculenta* (sbârciog), v. *Anexa nr. 2*) etc. În general, ciupercile comestibile sunt surse valoroase de proteine, glucide, săruri minerale, vitamine.

Penicilium roquefortii este utilizată la prepararea specialității de brânză care-i poartă numele. Alte specii de *Penicilium* și de *Aspergillus* produc antibiotice, precum penicilina (*P. notatum* și *P. chrysogenum*) și claviformina (*P. claviforme*). Aceste ascomicete sunt prezentate în *Anexa nr. 2*.

Ciupercile care trăiesc pe rădăcinile plantelor descompun substanțele azotoase din sol și facilitează transportul lor spre țesuturile rădăcinilor, făcându-le astfel accesibile plantelor.

Ciupercile fitopatogene produc daune uneori mari recoltelor agricole. În această categorie intră ciupercile care provoacă tumori negricioase cerealelor (tăciunele porumbului, tăciunele grâului) sau ascomiceta parazită *Claviceps purpurea* care trăiește pe graminee și în special pe secară (*Secale cereale* L.). Prin infestări artificiale ale lanurilor de secară se obține produsul farmaceutic *Secale cornutum* cu conținut bogat în alcaloizi cu nucleu indolic (v. cap. 2.4.8.2. „Alcaloizi indolici cu structură tetraciclică și pentaciclică”).

Dăunătoare sunt și mucegaiurile care trăiesc saprofitic pe alimente (*Mucor mucedo*, mucegaiul comun sau mucegaiul alb), diminuând sau distrugând calitatea alimentelor pe care se dezvoltă, precum și ciupercile care produc dermatomicoze animalelor și omului.

Majoritatea ciupercilor imperfecte produc dermatomicoze. Specia *Fusarium oxysporum* produce veștejirea cartofului.

Din categoria fungilor otrăvitoare amintim: *Amanita phalloides* (buretele ucigaș sau buretele viperei) și *Amanita muscaria* (muscărița sau pălăria șarpelui), care conțin alcaloizi toxici pentru SNC sau produc intoxicații gastro-intestinale. Intoxicațiile nu sunt mortale dacă se intervine prompt.

Lichenii constituie un grup aparte de organisme, incluse după unii botaniști în încrengătura *Lichenophyta*. Sunt talofite alcătuite din hife de ciuperci (ascomicetă, mai rar bazidiomicetă) printre care se găsesc celule de alge albastre sau verzi.

Din substratul pe care trăiesc ciupercile absorb apa cu sărurile minerale pe care le utilizează algele fotosintetizatoare (ce dispun de cromatofori cu pigmenți asimilatori), producând substanțe organice pe care le folosesc ambii parteneri. Această simbioză este permanentă și obligatorie, formând o unitate biologică nouă, deosebit de rezistentă. La acestea se adaugă de cele mai multe ori și o bacterie din genul *Azobacter*, care fixează azotul atmosferic, liber.

Metabolismul lichenilor este diferit de al celor doi parteneri simbionți luați în parte. Ei sintetizează lichenina*, componentul principal al membranelor celulelor majorității lichenilor,

alături de manoză, lipide, acizi lichenici (acid cetraric, usnic, ale căror structuri și proprietăți terapeutice sunt prezentate în cap. 2.3.1.5. „**Taninuri**”) ș.a.

Lichenii diferă între ei după: formă (licheni crustoși sau scorțoși, foliacei sau frunzoși, gelatinoși, filamentoși); mărime, extinderea pe substrat, culoare (albă, galbenă, roșcată, portocalie, cenușie, verde, albăstruie, brună, neagră, în funcție de pigmenții sintetizați). După substratul pe care îl folosesc lichenii sunt: saxicoli (dizolvă roca, folosind-o drept hrană), tericoli (cresc pe sol), corticoli (se dezvoltă pe trunchiurile copacilor) și rar hidrofilii. Lichenii se dezvoltă pe suprafața substratului (se numesc epifloidici) și mai rar în interiorul acestuia (licheni endolitici).

Structura talului este omogenă la lichenii inferiori de tipul lichenilor gelatinoși și heterogenă la restul.

Lichenii se înmulțesc vegetativ prin fragmente de tal (corpul lor). Ciuperca lichenică se poate înmulți și independent, asexuat. În condiții prielnice și alga se poate dezvolta separat de restul lichenului.

Lichenii (cuprinși în încrengătura *Lichenophyta*) se împart în două clase: clasa *Ascolichenes* (ciuperca este întotdeauna o ascomicetă) cu cei mai mulți reprezentanți și clasa *Basidiolichenes*.

Ca exemple de licheni cităm speciile de *Rocella*, care au în compoziția chimică alături de acizi lichenici și orcină**.

Un alt exemplu îl constituie *Cetraria islandica* (lichenul de Islanda), cu tal de forma unei tufe, brun-măsliniu, care trăiește la altitudini de peste 1.000 m. Din acest lichen se obține *Lichen islandicus*, un produs vegetal medicinal care conține acizi lichenici liberi sau esterificați, printre care și acidul usnic, cu proprietăți antibiotice și antitumorale.

Unele specii de licheni sunt comestibile (*Cetraria* sp., *Lecanora* sp., care trăiesc în regiunile arctice, respectiv în deșerturile arabice), servesc ca hrană furajeră (*Cladonia rangiferina* sau „lichenul renilor”, prezentat în *Anexa nr. 3*), altele sunt folosite în industria coloranților, parfumurilor și săpunurilor fine (*Parmelia* sp., *Evernia* sp.). Speciile tericole și saxicole (*Cetraria* sp.) contribuie la formarea humusului. Lichenii crustoși (*Lecidea* sp.) parazitează celulele vii ale scoarței ramurilor tinere.

Lichenii sunt plante-pionier care creează condiții favorabile pentru dezvoltarea altor grupe de plante.

În crusta lichenilor își găsesc adăpost multe insecte dăunătoare.

*Lichenina este un polimer al celobiozei, asemănător structural cu celuloza, dar solubilă în apă fierbinte (cu apă rece formează un gel) și ușor hidrolizabilă în mediu slab acid.

**Orcina este o substanță incoloră, care trece în contact cu aerul și în prezența amoniacului în orcinol, apoi în orceină, pigment de culoare roșie folosit în citologie.

4.4. Regnul Plantae

Regnul vegetal include organisme pluricelulare (**mușchi, ferigi, gimnosperme și angiosperme**) adaptate primar la mediul terestru care le conferă lumină, CO₂, apă și substanțe minerale. Sunt fotosintetizante.

Acest regn a fost împărțit în două subregnuri :

- *Bryobionta* reprezentat de briofite (mușchii), plante fără vase conducătoare propriu-zise și fără flori și
- *Cormobionta*, care grupează plantele vasculare cu flori.

În tabelul 4.5. sunt trecute în revistă principalele unități taxonomice subordonate regnului *Plantae*, prezentate începând cu unitatea cea mai mare (regnul) și sfârșind cu taxonul de bază (specia). Sunt date exemple concrete de specii, alese în funcție de importanța lor științifică, economică și în special terapeutică.

4.4.1. Subregnul *Bryobionta*

În acest taxon au fost grupați **mușchii** (briofite sau criptogame avasculare). Aceștia sunt adaptați la mediul terestru (preferă biotopurile umede) dar și la viața acvatică.

Se numesc criptogame pentru că sunt plante fără flori și avasculare pentru că nu au vase conducătoare lemnoase și liberiene, circulația sevei brute și a celei elaborate fiind asigurată de niște celule alungite din centrul tulpiniței.

Unele specii de mușchi au corpul vegetativ nediferențiat în organe, se aseamănă cu cel al algelor verzi dar este ceva mai evoluat, în timp ce corpul vegetativ la mușchilor evoluați este cormoidic, diferențiat în rizoizi, tulpiniță și frunzulițe*, dar mai puțin specializat decât la ferigi și plante vasculare. Sub acest aspect și prin faptul că sunt organisme autotrofe, totdeauna verzi, mușchii pot fi considerați „elemente de tranziție” către cormofite. Au ca pigmenți asimilatori clorofila **a** și **b**, iar substanța de rezervă este reprezentată de amidon interplasmidial.

La mușchi sporofitul este slab reprezentat și se dezvoltă pe gametofit.; corpul vegetativ al acestora aparține generației gametofitice (haploide), aceasta fiind una din principalele deosebiri dintre mușchi și plantele vasculare.

Înmulțirea mușchilor se face pe cale asexuată, prin spori și mai rar pe cale vegetativă, prin fragmente tal filamentos, tulpiniță sau frunzulițe, sau prin niște corpuscule mici numite propagule. Însă principala cale de reproducere a mușchilor este cea sexuală. Aparatul sporifer și cel sexual sunt pluricelulare și sunt protejate la exterior de un strat de celule sterile, element evolutiv, apărut pentru prima dată la mușchi.

*Rizoizii, tulpinița și frunzulițele nu sunt omoloage rădăcinii, tulpinii și frunzelor plantelor superioare.

Din subregnul *Bryobionta*, încregătura *Bryophyta* fac parte: clasa *Hepaticatae* (include mușchi hepatici sau inferiori, cu corp vegetativ taloidic sau cormoidic) și clasa *Bryatae* sau *Musci* (briofite cu tal cormoid, mușchi evoluți). În tabelul 4.5. sunt date exemple de mușchi cu importanța lor, iar în *Anexa nr. 3* este prezentat un tip de mușchi frunzos.

Împreună cu algele și lichenii, mușchii participă la formarea solului primar și, de asemenea, contribuie la menținerea unui climat umed (acumulează apă), pregătind astfel substratul pentru dezvoltarea plantelor superioare.

4.4.2. Subregnul *Cormobionta*

Cormobiontele sunt plantele superioare cu corm (lat. *kormos* = bucată de trunchi; corp vegetativ sau sporofit) format din rădăcină, tulpină, frunze; sunt plante vasculare, fotosintetizante; sporofitul este bine dezvoltat, dominant și nutrițional independent; prezintă cuticulă și stomate; cele mai evolute au semințe.

Plantele incluse în subregnul *Cormobionta* au fost împărțite de către majoritatea sistematicienilor în trei încregături: *Pteridophyta* (**ferigile**), *Pinophyta* sau *Gymnospermatophyta* (**gimnospermele**, plante cu flori și semințe libere sau „dezvelite”) și *Magnoliophyta* sau *Angiospermatophyta* (**angiosperme**, plante cu flori și fructe, fructele adăpostind semințele).

4.4.2.1. Încregătura *Pteridophyta*

Încregătura *Pteridophyta* (*Traheophyta* sau *Criptogamae vasculares*) include **ferigile** (gr. *ptēris* = ferigă, *phyton* = plantă), primele plante superioare, cormofite vasculare lipsite de flori.

Sunt plante terestre sau chiar acvatiche, lemnoase sau erbacee. Ferigile vegetează în pădurile de foioase, conifere, pe terenuri umede (stânci calcaroase, mlaștini, ape stătătoare).

Formele inferioare au corm incomplet, unele fiind fosile. Majoritatea ferigilor actuale au o tulpină subterană denumită rizom -care înlocuiește rădăcina principală ce se atrofiază-, pe care se formează numeroase rădăcini adventive*; tulpină erbacee formată din cilindru central, scoarță și epidermă și frunze mai diversificate și mai complexe decât la briofite.

Întrucât frunza reprezintă o importantă materie primă de obținere a compușilor cu acțiune terapeutică considerăm util de trecut în revistă principalele tipuri de frunze în *Anexele nr. 4 – 6*, clarificând astfel anumiți termeni întâlniți pe parcursul expunerii.

*Organele adventive sunt acele organe care nu-și au originea în organitele embrionare, ci se formează din organe definitive.

Tabelul 4.5. Regnul *Plantae*: vedere schematică; câteva exemple de specii.

Regn	Subregn	Încrengătură	Clasă	Subclasă	Ordin	Familie	Gen	Specie
0	1	2	3	4	5	6	7	8
PLANTAE	Bryobionta	Bryophyta (mușchi)	Hepaticatae	-	Marchantiales	Marchantiaceae	Marchantia	<i>Marchantia polymorpha</i> (<u>fierea pământului, gălbează, mușchi de baltă sau coada rândunicii</u>): (un mușchi hepatic întâlnit în locuri umede, cu tal galben-verde fixat pe substrat prin rizoizi și întrebuițat empiric în afecțiuni ale ficatului)
			Bryatae sau Musci	-	Sphagnales	Sphagnaceae	Sphagnum	<i>S. palustre</i> ; <i>S. acutifolium</i> (partea inferioară a tulpinii speciilor de mușchi din genul <i>Sphagnum</i> se carbonifică (se turbifică) parțial, în acest mod formându-se turba)
				-	Polytrichales	Polytrichaceae	Polytrichum	<i>Polytrichum commune</i> (mușchiul de pământ, grâul lupului sau jabghiu): (un mușchi frunzos întâlnit mai ales în zona montană și în turbării care are proprietăți astringente și diuretice)
	Cormo-bionta	Pteridophyta (ferigi)	Psilophytatae (pterofite primitive, în majoritate fosile)	-	Psilotales	Psilotaceae	Psilotum	<i>Psilotum triquetrum</i> A.

Tabelul 4.5 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8
PLANTAE	Cormobionta	Pteridophyta (ferigi)	<i>Lycopodiatae</i> (ferigi actuale și fosile, cu corp vegetativ diferențiat în organe; unele frunze au rol fotosintetizant, iar pe celelalte se formează sporangii)	-	<i>Lycopodiales</i>	<i>Lycopodiaceae</i>	<i>Lycopodium</i>	<i>L. clavatum</i> L. (pediculă); <i>L. alpinum</i> L (brădișor); <i>L. annotinum</i> L (cornișor) (Totalitatea sporilor eliberați din sporangiele matur al acestor specii prin scuturarea spicelor poartă numele de „pulbere de licopodium”, <i>Lycopodium sporae</i> sau <i>Lycopodium</i> , cu proprietăți absorbante)
			<i>Equisetatae (Articulatae)</i> (ferigi actuale și fosile, cu tulpini și ramuri articulate și formate din internoduri lungi, separate prin noduri scurte, proeminente)	-	<i>Equisetales</i>	<i>Equisetaceae</i>	<i>Equisetum</i>	<i>E. arvense</i> L. (coada-calului) (din frunzele sterile ale sale se obține <i>Equiseti herba</i> , un produs vegetal ce are în compoziția chimică saponozide, flavonozide, ulei volatil și săruri de siliciu și care este folosit în afecțiuni renale și reumatismale)
			<i>Filicatae</i> (cele mai evolute pteridofite)/ subcls. <i>Polypodiidae</i>	-	<i>Filicales</i>	<i>Polypodiaceae</i>	<i>Polipodium</i>	<i>Polipodium vulgare</i> L. (feriguță, iarbă-dulce-de-munte) (se utilizează rizomul cu proprietăți laxative și vermifuge)
		<i>Pinophyta</i> sau <i>Gymnospermatophyta</i> (gimnosperme, în special conifere)	<i>Cycadatae</i> (specii majoritar fosile, dar și actuale, cu aspect de palmieri)	-	<i>Cycadales</i> (arbori tropicali actuali)	<i>Cycadaceae</i>	<i>Cycas</i>	<i>Cycas circinalis</i> L.

Tabelul 4.5. (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8
PLANTAE	<i>Cornubionta</i>	<i>Pinophyta</i> sau <i>Gymnospermatophyta</i>	<i>Gingooatae</i> (cu o singură specie actuală- <i>Ginkgo</i> sau <i>Ginkyo</i>)	-	<i>Gingooales</i>			<i>Ginkgo biloba</i> L. (arboarele- templier-japonez), „fosilă vie” sau „specie- pancronică” (gr. <i>pan</i> = peste tot, <i>khronos</i> = timp)
				-		<i>Cupressaceae</i>	<i>Juniperus</i>	<i>J. communis</i> L. (ienupărul) (arbust al cărui fruct numit <u>galbulă</u> este bogat în uleiuri eterice. Galbulele de <i>J. communis</i> ssp. <i>nana</i> sunt folosite ca și condiment dar și ca stimulent al digestiei, sub denumirea de ienibahar (boabe de ienibahar)
				-			<i>Thuja</i>	<i>Thuja orientalis</i> L. sin. <i>Biota orientalis</i> L., (arboarele vietii), <i>Thuja occidentalis</i> L. (<u>tuia</u>); (ramurile tinere au proprietăți expectorante și emenagoge)
			<i>Pinatae</i>	-	<i>Pinales</i> sau <i>Coniferales</i> (conifere, rășinoase)	<i>Pinaceae</i> (<i>Abietaceae</i>)	<i>Pinus</i>	<i>P. sylvestris</i> L. (<u>pin</u>), <i>P. nigra</i> Arn. (<u>pin negru</u>), <i>P. mugo</i> L. (<u>ineapăn</u>), <i>P. cembra</i> L. (<u>zâmbbru</u>) (prin incizii practicate în canalele rezinifere ale tulpinii sau prin extracție cu solvenți a resturilor provenite de la exploatarea forestiere ale pinului se obține oleo- rezina brută (gemă), din prelucrarea căreia rezultă: terebentina, uleiul de terebentină și sacăzul)
							<i>Abies</i>	<i>A. alba</i> Mill. Sin. <i>A. pectinata</i> D.C. (<u>brad alb</u>) (din fisurile scoarței acestuia se obține oleo-rezina din care se extrage terebentina de Alsacia, folosită pentru proprietățile antiseptice asupra căilor respiratorii superioare)

Tabelul 4.5 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8
PLANTAE	Cormobionta	<i>Pinophyta</i> sau <i>Gymnospermatophyta</i>	<i>Pinatae</i>	-	<i>Pinales</i> sau <i>Coniferales</i> (conifere, rășinoase)	<i>Pinaceae</i> (<i>Abietaceae</i>)	<i>Picea</i>	<i>P. excelsa</i> (Lam.) Link. (molid)
						<i>Taxodiaceae</i> (conifere arborescente mari din regiuni calde)	<i>Taxodium</i>	<i>T. distichum</i> (L.) Alch. (chiparosul de baltă)
		<i>Magnoliophyta</i> sau <i>Angiospermatophyta</i>	<i>Gnetatae</i>	-	<i>Magnoliidae</i> (erbacee și liane cu organizare primitivă și un număr mare de elemente florale)	<i>Ephedraceae</i>	<i>Ephedra</i>	<i>E. distachya</i> L. (cârcel)
							<i>Magnolia</i>	<i>M. stellata</i> L.; <i>M. macrophylla</i> Mich. (<i>magnolii</i>)
						<i>Piperaceae</i>	<i>Piper</i>	<i>P. nigrum</i> L. (<i>piper negru</i>) (boabele sale sunt mult întrebunțate în alimentație)
						<i>Ranunculaceae</i> / Subfam.	<i>Ranunculus</i>	<i>R. acer</i> L. (<i>picionul-cocoșului</i>);
						<i>Ranunculoidae</i>		
						<i>Ranunculaceae</i> / Subfam.	<i>Helleborus</i>	<i>H. odorus</i> W. et K. (<i>spânz</i>)
						<i>Helleboroideae</i>	<i>Papaver</i>	<i>Papaver somniferum</i> L. (<i>mac de grădină</i>)
						<i>Papaveraceae</i>		<i>Aristolochia clematitis</i> L. (<i>mărul lupului</i>) (în general toxică, dar și cu utilizare medicinală)
						<i>Aristolochiales</i>	<i>Aristolochia</i>	
								<i>Nuphar luteum</i> (L.) Sm. (<i>nufăr galben</i>);
						<i>Nymphaeaceae</i>		<i>Nymphaea alba</i> L. (<i>nufăr alb</i>) (întâlniți și în apele termale de la băile „I Mai”-Oradea)

Tabelul 4.5 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8
PLANTAE	Cormobiontia	Magnoliophyta sau Angiospermatophyta	Magnoliatae sau Dicyledonae	Hamamelidae sau Amentiferae	Hamamelidales Fagales	Hamamelidaceae Fagaceae	Platanus Fagus Castanea Quercus	P. orientalis L., P. occidentalis L. (platan) F. sylvatica L. (fag); C. sativa L. (castanul bun) Q. robus L. sin. Q. pedunculata Ehrh. (stejar) Anexa 7
					Juglandales Urticales	Ulmaceae Juglandaceae Urticaceae	Ulmus Juglans Urtica	U. campestris L. (ulm) J. regia L. (nuc) Urtica dioica L. (urzica mare)-Anexa 7
					Rosales	Rosaceae	Rosa Rubus Fragaria Malus Cydonia Pyrus Prunus	R. canina L. (măceș); R. alba L., R. damascena Mill. (trandafiri) R. idaeus L. (zmeur); R. fruticosus L. (mur) F. vesca L.. (fragi) M. sylvestris L. (măr păduțel) ; M. pumila L. (măr de grădină) C. oblonga L. (gutui) P. communis L. (păr cultivat) P. domestica L. (prun cultivat); Cerasus avium (L.) Mnch. (cires);
					Fabales sau Leguminos- ales	Fabaceae sau Papilionaceae	Pisum Trifolium Medicago Phaseolus Robinia Glycine Sophora Hedera	P. sativum L. (mazăre) T. repens L. (trifoi alb) M. sativa L. (lucernă albastră) Phaseolus vulgaris L. (fasole); R. pseudocacia L. (salcâm) specia cultivată G. hispida L. =Soja hispida Moench. (soia).
					Arariales sau Umbellales	Araliaceae Apiaceae sau Umbelliferae	Daucus	S. japonica L. (salcâm japonez) Hedera helix L. (iederă) D. carota ssp. sativus (morcov)

Tabelul 4.5 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8
PLANTAE	Cormobionta	Magnoliophyta sau Angiospermatophyta	Magnoliatae sau Dicotyledonae				Pastinaca	P. sativa L. (păstâmac)
							Petroselinum	P. sativum Hoffm. (pătrunjel)
							Levisticum	L. officinale L. (leustean)
							Carum	C. carvi L. (chimen)
							Coriandrum	C. sativum L. (coriandru)
							Conium	Conium maculatum L. (cucuta de grădină)
					Capparales sau Cruciferales	Brasicaceae sau Cruciferae	Brassica	B. oleracea var. capitata (varză de iarnă); B. nigra (L.) Koch. (muștar negru)
					Cucurbitales	Cucurbitaceae	Raphanus	R. sativus L. (ridichea cultivată)
				Dilleniidae			Sinapis	S. alba L. (muștarul alb)
							Cucurbita	C. pepo L. (dovleac)
							Cucumis	C. melo L. (pepene galben)
					Malvales	Tiliaceae	Tilia	T. tomentosa Mich.(tei argintiu)
						Malvaceae	Gossypium	G. herbaceum L. (bumbac) (uleiul extras din semințele sale este comestibil)
							Malva	M. rotundifolia L. (cașul-popii)
						Caryophylla- ceae/ Subfam. Alsinoideae	Spergularia	S. arvensis L.(hrana vacii)
					Caryophyllales		Dianthus	D. callizonus L.(garofița din Piatra Craiului; specie endemică)
				Caryophyllidae			Saponaria	S. officinalis L. (săpunăria; bogată în saponine)
					Polygonales	Polygonaceae	Rumex	R. acetosa L. (măcriș); R. crispus L. (ștevie creată)
							Polygonum	P. aviculare L. (troscot);
							Solanum	S. tuberosum L. (cartof); S. melongena L. (vânăță)
				Asteridae (cele mai evoluate dicotiledonate)	Scrophulariales	Solanaceae	Capsicum	C. annuum L. (ardei)
							Nicotiana	N. tabacum L. (tutun)
							Atropa	A. belladonna L. (mătrăguna)

Tabelul 4.5 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8
PLANTAE	Cormobionta	Magnoliophyta sau Angiospermatophyta	Magnoliatae sau Dicotyledonatae	Asteridae (cele mai evolute dicotiledonate)	Asterales (erbacee superioare)	Scrophulariaceae sau Compositae/ subfam Asteroideae (Tubuliflorae)	Scrophularia	S. nodosa L. (iarba-neagră)
							Digitalis	D. purpurea L. (degetărel roșu)
						Lamiaceae	Plantago	P. lanceolata L. (pătlagină cu frunză îngustă)
							Lamium	L. purpureum L. (urzica moartă)
							Salvia	S. officinalis L. (salvie, jaleș)
							Mentha	M. aquatica L.. (ismă)
							Rosmarinus	R. officinalis L. (rozmarin)
							Melissa	M. officinalis L. (roiniță)
							Lavandula	L. vera D.C.. (levănțică)
							Centaurea	Centaurea cyanus L. (albăstrele)
						Asteraceae sau Compositae/ subfam Asteroideae (Tubuliflorae)	Artium	A. lappa L. (brustur)
							Artemisia	A. absinthium L. (pelin)
							Helianthus	H. annuus L. (floarea-soarelui)
							Matricaria	M. chamomilla L. (mușetelul bun); M. inodora L. (mușetelul prost)
							Achille	A. millefolium L. (coada-șoricelului)
							Cynara	Cynara scolymus L. (anghinare)
						Asteraceae sau Compositae/ subfam. Cichorioideae (Liguliflorae)	Chrysanthemum	C. indicum L. (crizantemă)
							Cichorium	C. intybus L. (cicoare)
							Taraxacum	T. officinale L. (pădărie)
							Lactuca	L. sativa L. (lăptuci)
					Alismales	Alismaceae	Alisma	A. plantago-aquatica L. (limbariță)
							Sagittaria	S. sagittifolia L. (săgeata apei)
				Alismidae	Hydrochari- tales	Hydrochari- taceae	Hydrocharis	H. morsus-ranae L. (iarba- broaștei)
					Potamogeto- nales	Potamogeto- naceae	Potamogeton	Potamogeton. pectinatus L. (broscăriță)

Tabelul 4.5 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8
PLANTAE	Cormobionta	Magnoliophyta sau Angiospermatophyta	Liliatae sau Monocotyledonatae	Liliidae	Liliales	Liliaceae	Allium	A. cepa L. (ceapă)
							Lilium	L. candidum L. (crin alb)
	Aloë	Aloë vera L. (aloe)						
Amaryllida- ceae	Galanthus	G. nivalis L. (ghiocei)						
	Narcissus	N. poeticus L. (narcisă)						
	Iris	I. germanica L. (stânișel)						
Iridaceae	Gladiolus	G. gandavensis L. (gladiolă)						
	Vanilla	Vanilla planifolia L. (vanilie)						
Orchidales	Orchidaceae	Cypripedium	C. calceolus L. (papucul- doamnei; specie ocrătită)					
		Orchis	O. morio L. (untul vacii)					
Juncales	Juncaceae	Juncus	J. articulatus L. (pipirig)					
		Luzula	L. pilosa (L.) Willd. (horști)					
Cyperales	Poales	Cyperaceae	Carex		Carex arenaria L.. (rogoz)			
			Triticum		T. aestivum L. (grâu comun)			
			Secale		Secale cereale L. (secară)			
			Hordeum	H. vulgare L. (orz comun)				
			Maydeae	Zea mays L. (porumb)				
			Oryza	Oryza sativa L. (orez)				
			Agropyron	A. repens (L.) Beauv. (pir târător)				
			Lolium	L. perenne L. (zăzanie)				
			Phragmites	P. communis L. (stuf, trestie)				
			Cocos	Cocos nucifera L. (cocoșier)				
Areciales sau Palmales (palmierii)	Arecidae sau Spadaciflorae	Palmaceae	Phoenix	Phoenix dactylifera L. (cuma) -Anexa 10				
			Areca	Areca catechu L.				
			Elaeis	E. guineensis L. (palmierul de ulei)				
			Arum	A. maculatum L. (rodul-pământului)				
			Acorus	Acorus calamus L. (obligeană)				
			Lemna	L. minor L. (linită)				
			Typha	T. latifolia L.; T. angustifolia L. (papură)				

Cormul prezintă țesuturi definitive specializate pentru anumite funcții, dintre care țesuturile conducătoare liberiene și lemnoase, localizate în cilindrul central al tulpinii, numit stel. Așadar ferigile sunt plante vasculare, aflate însă la un nivel de organizare inferior.

Ferigile sunt autotrofe. Printre produșii sintetizați este amidonul.

Este interesant de arătat faptul că la feriga *Onoclea sensibilis* L. de exemplu, care este prezentată **Anexa nr. 3**, frunzele au rol diferențiat: unele sunt asimilatoare și celelalte sunt frunze fertile (poartă sporii).

Înmulțirea ferigilor este de tip asexuat prin spori, dar și vegetativă, prin fragmentarea tulpinilor sau prin propagule.

La ferigi, ca și la mușchi, sporofitul (generația asexuată) este dezvoltat și reprezintă însăși planta; gametofitul ferigilor (generația sexuată) are forma unui corp mic taloidic denumit protal producător de gameți, este de obicei nevascularizat și, deși este independent de sporofit, are viață scurtă (alternanță de generații heteromorfe).

Ferigile au fost incluse în categoria criptogamelor (gr. *cryptos* = ascuns, *gamos* = unire), denumirea fiind dată atunci când înmulțirea sexuată nu era cunoscută.

Încrengătura *Pteridophyta* este formată din mai multe clase, prezentate în tabelul 4.5. împreună cu câțiva reprezentanți mai importanți.

Importanța ferigilor este:

- de natură științifică: au derivat din algele verzi cambriene și fac trecerea la celelalte cormofite;
- economică: pteridofitele dispărute au format zăcămintele de cărbuni ca huila și antracitul; sporii de pedicuță se folosesc în metalurgie ca antiadezive sau în industria farmaceutică la „prăfuirea” comprimatelor; rizomul ferigii comune este vermifug etc.

4.4.2.2. Încrengătura *Pinophyta* (*Gymnospermatophyta*)

Încrengătura *Pinophyta*, *Gymnospermatophyta*, sau *Archispermae* cuprinde cormofite care au flori și semințe neprotejate în fructe (gr. *gymnos* = gol, dezbrăcat, *sperma* = sămânță). Pe scară evolutivă, ele derivă din ferigi străvechi și fac trecerea spre angiosperme. Apariția semințelor reprezintă un salt calitativ deosebit prin care se asigură protecția și nutriția embrionului.

Gimnospermele și angiospermele reprezintă cele mai importante surse vegetale de obținere a compușilor naturali cu acțiune terapeutică, motiv pentru care în continuare prezentăm mai detaliat aceste două unități sistematice.

Gimnospermele și angiospermele sunt cele mai evolute cormofite și sunt reunite sunt denumirile generice de spermatofite, antofite sau fanerogame, adică plante cu semințe sau plante cu flori.

Corpul lor este format din două tipuri de organe: vegetative (rădăcină, tulpină, frunze) și organe de reproducere reprezentate de floare și sămânță. Prezența noilor organe reproductive au făcut ca aceste cormofite să primească numele de antofite (gr. *anthos* = floare, *phyton* = plantă) sau de spermatofite.

Phanerogamae (gr. *phaneros* = vizibil, *gamos* = unire) este o denumire mai veche dată categoriei de plante cu flori și provine din aceea că floarea este un organ vizibil cu ochiul liber, spre deosebire de organele de reproducere ale plantelor inferioare, microscopice.

Se definește floarea ca fiind un organ de reproducere macroscopic în care se diferențiază și se adăpostesc organele sexuale. Ea este în esență un lăstar scurt, cu creștere limitată și cu frunze transformate parțial sau în întregime, în organe de reproducere sexuată (v. *Anexa nr. 7*). Florile sunt singulare sau grupate în inflorescențe. Principalele tipuri de inflorescențe sunt prezentate în *Anexa nr. 8*.

Sămânța reprezintă ansamblul provenit din ovar și alcătuit din tegument seminal, embrion și endosperm secundar.

La gimnosperme, semințele (ovulele) se dezvoltă la axila unor frunze modificate numite carpele dar independent de acestea. La angiosperme carpelele sunt concrescute, creând o cavitate (ovarul) în care sunt adăpostite semințele.

Atât la gimnosperme, cât și la angiosperme, ciclul evolutiv cuprinde două generații care se succed obligatoriu: gametofitul redus și de scurtă durată și sporofitul dominant, reprezentat de însăși planta. Gametofitul se dezvoltă practic pe sporofitul în care este închis. Angiospermele au cel mai redus gametofit din lumea vegetală.

Țesuturile acestor plante sunt formate din celule eucariote ajunse la un nivel înalt de dezvoltare și sunt diferențiate în țesuturi meristematice sau formative, de apărare, trofice, conducătoare, secretoare, mecanice (de susținere). Țesuturile conducătoare, de exemplu, ating cea mai evoluată structură: lemnul este format din traheide (excepțional și trahei), însoțit de parenchim lemnos și de fibre lemnoase cu rol mecanic (la angiosperme), iar liberul este însoțit de parenchim liberian și fibre liberiene. La angiosperme liberul cuprinde și celule anexe.

Marea majoritate a gimnospermelor este reprezentată de **conifere**. Se cunosc aproximativ 10.000 de specii arhaice, din care până în prezent au supraviețuit doar 800.

Gimnospermele sunt plante lemnoase, arbori sau arbuști, larg răspândite pe glob: în regiunile temperate formează pădurile de conifere sau rășinoase; în zonele cu climă rece din America de Nord sau Asia formează pădurile întinse de taiga. Speciile din regiunile sudice trăiesc numai la înălțimi mari, unde este mai rece.

Prezintă rădăcini și tulpini bine dezvoltate și ramificate. Rădăcinile se ramifică vertical și formează adesea micorize. Ramurile lungi ale tulpinii se numesc macroblaste și au la vârf mai mulți muguri, astfel încât ele pot să crească nelimitat, iar cele scurte se numesc microblaste și dispun, de cele mai multe ori, de un singur mugur apical, deci cresc limitat. Creșterea grosimii rădăcinilor și tulpinilor se datorează activității unor țesuturi specializate numite meristeme secundare.

Caracteristic gimnospermelor este prezența fasciculelor conducătoare colaterale, în care lemnul este format din traheide care prezintă niște adâncituri mici mai ales pe pereții radiali.

În țesuturile secretoare (grupuri de celule specializate pentru elaborarea unor substanțe chimice) ale tulpinilor coniferelor se întâlnesc canale secretoare specifice, numite canale rezinifere. Aceste țesuturi secretă uleiurile volatile cu miros specific, datorat în special prezenței α - și β -

pinenului și rezinelor cu di- și triterpene (acizi, alcoolii, esterii). De aceea, aceste plante sunt cunoscute și sub denumirea generică de „rășinoase”.

Frunzele gimnospermelor sunt adaptate la temperaturi joase (pereții celulelor epidermale sunt îngroșați și acoperiți de o cuticulă groasă) și sunt bogate în acid ascorbic. Există și frunze care nu au clorofilă și au rol mai ales de protecție. Frunzele coniferelor sunt aciculare și au structură xeromorfă (gr. *xeros* = uscat, *morfe* = formă).

Din punct de vedere al nutriției, sunt autotrofe fotosintetizatoare, cu câteva excepții de plante parazite. Asimilația clorofiliană se desfășoară în toate anotimpurile, dar mai slab în cel friguros.

Florile sunt unisexuate, rar hermafrodite, nu au înveliș floral și au formă de conuri, femele și masculine (v. și *Anexa nr. 7*). Sunt dispuse pe același individ (plantă monoică) sau pe sporofii diferiți (plantă dioică).

Coniferele se înmulțesc foarte rar pe cale vegetativă și prin marcotaj*.

Sunt mai multe sisteme de clasificare a gimnospermelor. Cel mai utilizat sistem de clasificare împarte gimnospermele în cinci clase, trecute în revistă în tabelul 4.5.

Există și specii de gimnosperme, actuale (relicve) sau fosile dioice, ferigi cu semințe, nerășinoase, care au caractere morfo-anatomice și embriologice mai mult sau mai puțin diferite de restul gimnospermelor (raportat mai ales la coniferele actuale) și care sunt incluse de către unii botaniști într-un taxon diferit- încrengătura *Prespermatophyta* sau *Prephanerogamae*. Ele fac trecerea de la ferigi la plantele cu semințe.

Importanța coniferelor este deosebit de mare: lemnul acestora este folosit ca materiale de construcție și la fabricarea mobilei, la confecționarea instrumentelor muzicale, la obținerea celulozei; din rășina lor se extrag colofoniul și terebentina și constituie materie primă pentru fabricarea de lacuri, vopsele, săpunuri de toaletă etc. Uleiurile eterice și terebentina se folosesc pentru obținerea de preparate farmaceutice datorită proprietăților lor terapeutice.

4.4.2.3. Încrengătura *Magnoliophyta* (*Angiospermatophyta*)

Încrengătura *Magnoliophyta* sau *Angiospermatophyta*, reprezintă cel mai evoluat grup de plante, lemnoase și erbacee, răspândite pe toată suprafața globului, având drept caracteristică principală sămînța protejată în fruct (gr. *aggeion* = urnă mică, *sperma* = sămânță, *phyton* = plantă). În această categorie sunt incluse cca. 235.000 de specii (după alții 290.000), perene, bienale și anuale, acesta fiind un alt element de evoluție, legat de maturizarea sexuală rapidă și care contribuie la apariția, prin combinații genetice, de specii mai rezistente, din ce în ce mai perfecționate, viguroase. Sunt plante majoritar autotrofe, arareori heterotrofe, saprofite sau parazite.

*Ramurile care vin în contact cu solul emit rădăcini adventive și apoi se detașează de planta-mamă, devenind indivizi de sine-stătători.

Angiospermele s-au adaptat foarte bine la mediul terestru (cu habitate dintre cele mai diverse), dar și la medii mlăștinoase și acvatice, având caractere de superioritate:

- corp vegetativ rezistent la uscăciune, format din rădăcini pivotante și fasciculate, rămuroase, tulpini lemnoase sau ierboase, simple sau ramificate, frunze și flori. Au cel mai evoluat sistem vascular: în structura lemnului se găsesc trahee adaptate mai bine la funcția de conducere a sevei brute. Frunzele sunt din cele mai variate ca formă, dispoziție și nervațiune. Din acest punct de vedere, angiospermele sunt cormofite tipice, al căror corp vegetativ reprezintă însăși planta (sporofitul);
- reproducere realizată prin organe specializate;
- numărul de descendenți (care exprimă efortul colectiv) este foarte mare;
- embrion bine protejat;
- diseminare eficientă, care se realizează prin polenizare, cu ajutorul vântului care împrășteie semințele și fructele, dar și cu ajutorul insectelor, păsărilor sau animalelor.

Un loc aparte îl ocupă floarea, principalul organ de reproducere al angiospermelor. Spre deosebire de gimnosperme, la angiosperme florile sunt bisexuate sau hermafrodite (au și gineceu și androceu) și mai rar unisexuate.

Caracteristică pentru angiosperme este prezența fructului, care se formează după fecundație și se dezvoltă dintr-un organ special al florii denumit pistil. Procesul se numește fructificație. Fructul este protejat de pericarp (lat. *peri* = împrejur, *karpos* = fruct), format din: pieleța protectoare de la exterior numită epi- sau exocarp, care poate fi netedă, ceroasă, aripată etc, mezocarp (la majoritatea fructelor porțiunea cea mai voluminoasă a pericarpului) și endocarp. Pericarpul este verde la început (are cloroplaste), dar, pe măsură ce fructele cresc și se maturizează își schimbă culoare, fie pentru că se formează pigmenți antocianici care colorează fructele, fie pentru că cloroplastele se transformă în cromoplaste. De asemenea, fructele crude au gust astringent, acru, datorită prezenței substanțelor tanante, acizilor organici ș.a. Când fructele ajung la maturitate fiziologică, amidonul din pericarp se transformă în oligoglucide precum zaharoză, sau monoglucide frecvente fiind fructoza și glucoza, care le conferă gustul dulce. Peretele celulelor se pectinizează astfel că fructele devin moi. Fructele sunt de formă, mărime, greutate, culoare, consistență diferite. Sunt simple, multiple, cărnoase (bacă, drupă, poamă) sau uscate (achenă, cariopsă, păstaie, capsulă) etc. În *Anexa nr. 9* sunt prezentate tipuri de fructe.

Apărută pentru prima dată la gimnosperme, sămânța evoluează la angiosperme: este închisă în fruct. De regulă la angiosperme în semințe se formează un singur embrion, dar sunt și plante în ale căror semințe se formează doi sau mai mulți embrioni, prin fenomenul de poliembrionie. Embrionii au forme și dimensiuni diferite.

Este majoritar recunoscută împărțirea angiospermelor în două mari clase: *Magnoliatae*

(*Dicotyledonatae*) și *Liliatae* (*Monotyledonatae*).

4.4.2.3.1. Clasa *Magnoliatae* (*Dicotyledonatae*)

Clasa *Dicotyledonatae* cuprinde plante lemnoase și erbacee, la care embrionul are două cotiledoane*. Fructele sunt multiple, de tip achenă.

Această clasă este împărțită de majoritatea sistematicienilor în cinci subclase, după cum urmează:

- **subclasa *Magnoliidae***, cu plante lemnoase cu organizare primitivă, dar și erbacee, sau liane, caracterizate printr-un număr mare de elemente florale. Magnoliidele conțin numeroși alcaloizi, printre care alcaloizi de tip izochinolinici, benzil- și benziltetrahidroizochinolinici, morfinanici etc.
- **subclasa *Hamamelidae* (sau *Amentiferae*)** include mai ales plante lemnoase, cu flori simplificate, grupate în inflorescențe numite amenți și cu elementele florale dispuse ciclic. La aceste plante există un decalaj între momentul polenizării și cel al fecundației, ceea ce le aproprie de gimnosperme. De asemenea, se constată o trecere de la polenizarea cu ajutorul insectelor (entomofilie) la polenizarea cu ajutorul vântului (anemofilie). Grupează un număr mic de ordine și familii, dintre care cele mai reprezentative sunt prezentate în tabelul 4.5. Frunzele și scoarța, mai rar florile acestor specii reprezintă sursa a numeroși compuși cu acțiune terapeutică din clasa heterozidelor și taninurilor.
- **subclasa *Rosidae*** include dicotiledonate tipice, grupate în 18-20 de ordine, cu numeroase familii, genuri și specii. Sunt plante lemnoase și erbacee la care se observă tendința de formare a unui receptacul floral adâncit, cu disc nectarifer. Ordinul *Rosales* este reprezentativ pentru această subclasă și grupează o serie de familii printre care fam. *Rosaceae*, cu arbuști ce formează tufe lemnoase, erecte sau agățătoare, cu ghimpi. Multe dintre specii sunt cultivate ca plante ornamentale (sp. *Rosa alba* L.), pentru obținerea esenței de trandafir (*R. damascena* L.), pentru altoirea trandafirilor ornamentali (*R. gallica* L.). Fructele de *R. canina* L. (măceș) sunt achene adăpostite în interiorul receptacului; la maturitate devin cărnoase și roșii și sunt comestibile, fiind foarte bogate în vitamina C și caroteni.

Tot în familia *Rosaceae* au fost incluse specii arbustive, spinoase, având fructe multiple (polidrupe) comestibile, dintre care zmeurul, murul, dar și speciile de pomi fructiferi cu fructe numite poame precum mărul, gutuiul, sau pomi fructiferi cu fructe de tip drupă, printre care prunul, cireșul, caisul ș.a.m.d. Frunzele și fructele acestor specii sunt bogate în special în flavonozide care posedă proprietăți antioxidante remarcabile.

*Cotiledonul (gr. *kotyledon* = cavitate, cupă) reprezintă frunza embrionului cu rol în înmagazinare a substanțelor de rezervă

Leguminoasele sunt plante lemnoase și erbacee, caracterizate prin omogenitatea tipului de fruct, care este o păstaie, diferită ca formă și mărime de la o specie la alta. Aceste dicotiledonate au multe semințe bogate în amidon și proteine, prevăzute cu cotiledoane mari. Cea mai importantă familie din cadrul ordinului *Fabales* ca număr de reprezentanți (30 de genuri cu 108 specii) și ca valoare economică este familia *Fabaceae*, *Leguminosae* sau *Papilionaceae*, ai cărui câțiva reprezentanți de seamă sunt enumerați în tabelul 4.5.

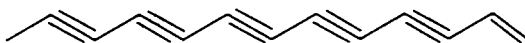
Există și o împărțire a acestei familii numeroase în triburi, precum tribul *Sophoreae*, cu genul *Sophora* (*S. japonica* L., salcâmul japonez); tribul *Trifoliaceae*, cu genurile *Medicago*, *Trifolium* etc. Sunt plante cu o deosebită însemnătate alimentară și furajeră. Mazărea, fasolea și soia sunt cunoscute și utilizate ca alimente complexe cu valoare nutritivă ridicată; lucerna și trifoiul reprezintă surse importante de hrană pentru animale etc.

Ceea ce caracterizează plantele erbacee, arborii și arbuștii din ordinul *Umbellales* (*Araliales*) este tipul florii, grupate în inflorescențe de tip umbelă. Prezintă canale secretoare în toate organele și secretă uleiuri eterice, heterozide, alcaloizi. Semințele albuminate conțin ulei și aleuronă. Dintre acestea, se disting erbaceele din fam. *Umbelliferae* (*Apiaceae*), care, fie că sunt cultivate sau cresc spontan, sunt foarte mult folosite în alimentație, medicină, farmacie, cosmetică, iar unele sunt toxice: genul *Daucus* (cu forma cultivată *D. carota* ssp. *sativus*- morcov); *Conium maculatum* L. (cucuta de grădină), toxică datorită prezenței coniiinei ș.a. Morcovul, pătrunjelul, chimenul ș.a. sunt curent înglobate în categoria „alicamente”.

- **Subclasa *Dilleniidae*** include specii lemnoase și erbacee, unele tropicale și subtropicale (termofile). Ca reprezentanți de seamă ai acestei subclase pot fi enumerați: varza, gulia, napul (crucifere), rapița, muștarul negru, ridichea, muștarul alb, castravetele, teiul, bumbacul, bamele etc. Sunt plante alimentare, condimentare, decorative, medicinale, industriale, unele sunt toxice, altele sunt buruieni sau specii cultivate.
- **Subclasa *Caryophyllidae*** include specii majoritar erbacee, cu fructe de tip capsulă sau nucă, rar bacă.
- **Subclasa *Asteridae*** cuprinde cele mai evolute dicotiledonate. Dintre multiplele plante aparținând acestei subclase sunt menționate în tabelul 4.5. doar câteva, mai cunoscute. Multe dintre acestea sunt caracterizate printr-un conținut ridicat în uleiuri eterice ale căror componente sunt cunoscute și folosite în medicina populară cât și în cea modernă. Compozitele, de exemplu, sunt bogate în uleiuri eterice și uneori au substanțe rezinifere sau caucifere, lactone sesquiterpenice, alcaloizi, inulină (substanță de rezervă), poliine etc.

Unele compozite sunt plante medicinale cultivate, incluse în genuri alături de plante care cresc spontan, cum sunt speciile de *Matricaria*: *M. chamomilla* L., mușetelul bun și *M. inodora* L., mușetelul prost.

Helianthus annuus L. (floarea-soarelui) este o plantă oleaginoasă anuală, din ale cărei fructe de tip achenă (semințe de floarea-soarelui) se extrage uleiul folosit în alimentație și industrie (v. **Anexa nr. 10**). Din floarea-soarelui a fost izolată pentain-ena sau galbena (N.A. Sörensen, 1954), cu următoarea structură chimică:



4.4.2.3.2. Clasa *Liliatae* (*Monocotyledonatae*)

Clasa *Monocotyledonatae* grupează angiosperme cu embrion prevăzut cu un singur cotiledon. În general sunt plante ierboase, la care rar se întâlnește creșterea în grosime. Fasciculele libero-lemnoase sunt dispuse neregulat, asigurând o mai bună conducere a substanțelor și constituind un element de superioritate față de dicotiledonate.

Sunt împărțite în trei subclase: *Alismidae*, *Liliidae* și *Arecidae*.

- În subclasa *Alismidae* sunt incluse plante acvatic, submerse sau emerse, cu flori actinomorfe, cu semințe exalbuminate și fructe tip capsulă, polifoliculă sau polinuculă.
- Subclasa *Liliidae* grupează plante de uscat sau de mlaștină, erbacee cu bulb, rizom sau tubercul și rareori lemnoase. Sunt înalt specializate pentru polenizare, inclusiv cea entomofilă (orhidee).

Dintre liliide, unele specii sunt folosite ca și condimente (vanilie), altele ca plante medicinale sau plante ornamentale (papucul-doamnei), iar uleiurile volatile ale unor specii sunt extrase pentru a fi utilizate în industria parfumurilor, cosmetică și a detergenților (orhideeele, crinul, narcisa, stânjenelul, aloë).

Cerealele au deosebită importanță economică: grâul, secara, orezul, ovăzul, porumbul. La acestea se adaugă: *Saccharum officinarum* L. (trestia-de-zahăr) de importanță alimentară fundamentală; *Bambusa arundinaceae* L. (bambusul), ale cărui tulpini servesc ca lemn de construcții, iar mugurii, măduva și cariopsele sunt comestibile. Trestia este utilizată în industrie.

În această familie sunt incluse și specii spontane cu valoare furajeră mare: *Nardus stricta* L. (părul porcului), care crește pe pajiștile degradate până în zona alpină; *Lolium perenne* L. (raigras sau zâzanie) și a. Rizomii rogozului de baltă au proprietăți diuretice și depurative.

- În subclasa *Arecidae* (*Spadaciflorae*) sunt incluse angiosperme lemnoase și erbacee, acvatic, palustre și de uscat, caracterizate printr-o inflorescență compactă (spadice sau spadix), protejată de o frunză modificată numită spată. Sunt împărțite în ordine ca: *Arecales*, *Arales* și *Typhales*.

Ordinul *Arecales* se mai numește și *Palmales* și include palmierii, dintre care mai cunoscuți au fost trecuți în tabelul 4.5.

Printre reprezentanții ordinului *Arales*, familia *Araceae*, se numără: *Arum maculatum* L. (rodul-pământului) ce crește în pădurile de stejar (vizualizată în **Anexa nr. 10**), sau plante de seră și apartament precum: *Monstera deliciosa* L. (filodendron), *Calla aethiopica* L. (cală) cu spată albă, *Anthurium sp.* cu spată roșie.

În cadrul familiei *Lemnaceae* sunt incluse specii erbacee natante, cu tulpini metamorfozate în niște frunzulițe (dintr-o tulpină se formează prin înmugurire noi tulpini), ca cele din genul *Lemna* (lintiță).

Ordinul *Thyphales* grupează plante erbacee acvatice și palustre, cu frunze laceolate dispuse altern, cum sunt speciile: *Sparganium simplex* Huds., buzdugan (fam. *Sparganiaceae*) sau *Typha latifolia* L., papură (fam. *Typhaceae*), ultima prezentată în **Anexa nr. 10**.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. Alexan M., Bojor O., Crăciun Fl., *Flora medicinală a României*, vol I, Ed. Ceres, București, 1988
2. Andrei M; Predan G.M.I., *Practicum de morfologia și anatomia plantelor*, Ed. Științelor Agricole, București, 2003
3. Bălălău Dan, Baconi Daniela, *Toxicologia substanțelor organice naturale și înrudite*, Ed. Tehnoplast Company S.R.L., București, 2001
4. Bodea C. (coordonator), *Tratat de biochimie vegetală*, partea I *Fitochimie*, vol.II; partea a II-a, vol. IV, Ed. Academiei Republicii Socialiste România, București, 1982
5. Bodea C. (coordonator general), *Tratat de biochimie vegetală*, partea a II-a. *Compoziția chimică a principalelor plante de cultură*, vol. IV, *Plante medicinale și aromatice*, Ed. Academiei Republicii Socialiste România, București, 1982
6. Botnariuc Nicolae, *Biologie generală*, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1974
7. Burnea I., Popescu I., Neamțu G., Stancu E., Lazăr Șt., *Chimie și biochimie vegetală*, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1977
8. Campbell P.N., Smith A.D., *Biochimie ilustrată*, trad. Socaciu C. (coordonator), Ed. Academiei Române, București, 2004
9. Cercasov C., Dumitrașcu F., Popa C.V., Drăghici C., *Compuși cu acțiune terapeutică naturali și de sinteză. Lucrări practice*, Ed. Universității din București, 2004
10. Chirilă Pavel, *Alimentația echilibrată a omului sănătos*, Ed. Național, 2004
11. Ciulei I.; Grigorescu Em.; Tănăsescu U., *Plante medicinale. Fitochimie și fitoterapie*, Ed. Medicală, București, 1993
12. Cowan Murphz Marjorie, *Plant Products as Antimicrobial Agents*, Clinical Microbiology Reviews, oct. 1999, vol. 12, nr. 4, 564-582
13. Darie V., Grigorescu M., Firu D., Bugă A.-M. și Popescu Șt.-O., *Biochimie medicală*, vol. I, Ed. SITECA, Craiova, 2005
14. Dragoș Dorin, Bratu Mirela și Cicortaș Adrian, *Plante de leac pentru tămăduirea sufletului*, Ed. Tritonic, 2002
15. *Farmacopeea Română*, ed. a X-a, Ed. Medicală, București, 2000
16. Fărcășanu I.C. și Gruia M.I., *Biochimie medicală*, Ed. Universității din București, 2005
17. Gârban Zeno, *Tratat Elementar de Biochimie*, vol. I, partea 2, Ed. Mirton, Timișoara, 1996
18. Gherghi A., Burzo I., Mărgineanu L., Deneș S., Dobreanu M. și Pattantyus K., *Biochimia și fiziologia legumelor și fructelor*, Ed. Academiei RSR, București, 1983

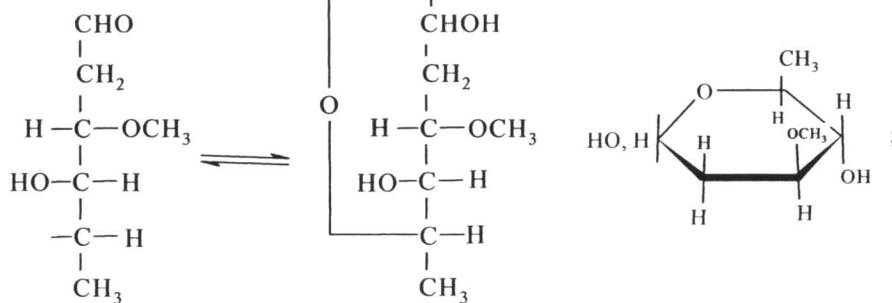
19. Gioabă A., *Biochimie structurală. Partea a II-a*, Ed. Universității din București, 2005
20. Gioabă A., Popa E., *Biochimie structurală. Partea I*, Ed. Universității din București, 2001
21. Hura Carmen, *Aditivi alimentari*, Ed. Cerami Iași, 2004
22. Hura Carmen, *Contaminarea chimică a alimentelor în România 2003*, Ed. Cerami Iași, 2004
23. Ionescu Stoian St., Savopol Emil, *Extrakte farmaceutice vegetale*, Ed. Medicală, București, 1977
24. Iovu Mircea, *Droguri legale*, Monitorul oficial, București, 2003
25. Istudor V., *Farmacognozie. Fitochimie. Fitoterapie*, Vol. I, *Oze, ozide și lipide*, Ed. Medicală, București, 1998
26. Istudor V., *Farmacognozie. Fitochimie. Fitoterapie*, Vol. II, *Aetherolea, rezine, iridoide, principii amare, vitamine*, Ed. Medicală, București, 2001
27. Istudor V., *Farmacognozie. Fitochimie. Fitoterapie*, Vol. III, *Principii active azotate (alcaloidice și nealcaloidice)*, Ed. Medicală, București, 2005
28. Jucovschi, P.M., *Botanica*, (trad. din l. rusă), Ed. De Stat pentru Literatura Științifică, București, 1953
29. Lehninger A.L., *Biochimie*, vol. I (traducere din l. engleză după ediția a doua), Ed. Tehnică, București, 1987
30. Maior Ovidiu, *Compuși naturali și de semisinteză. Curs pentru anul III secția Biochimie*, Centrul de multiplicare cursuri I.P.B., 1984
31. Mohan Gh., Ardelean, A., *Dicționar enciclopedic de biologie*, vol. I (A – L), Ed. All educational, București, 2004
32. Mohan Gh., *Atlasul plantelor medicinale din România*, Ed. Corint, București, 2003
33. Neamțu G., *Substanțe naturale biologice active*, vol. I, Ed. Ceres, București, 1996
34. Neamțu G., Câmpeanu Gh., Socaciu C., *Biochimie vegetală (partea structurală)*, Ed. Didactică și Pedagogică, R.A., București, 1993
35. Neamțu G., Câmpeanu Gh., Socaciu C., *Biochimie vegetală (partea dinamică)*, Ed. Didactică și Pedagogică, R.A., București, 1995
36. Neamțu G., Câmpeanu Gh., Enache A., *Dicționar de biochimie vegetală*, Ed. Ceres, București, 1989
37. Negrișanu G., *Tratat de nutriție*, Ed. Brumar, Timișoara, 2005
38. Nenițescu C.D., *Chimie organică*, vol I, Ediția a VIII-a, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1980
39. Nenițescu C.D., *Chimie organică*, vol II, Ediția a VIII-a, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1980

40. Palade M., Dinu M., Stamanichi M., Teodorescu C.D., *Botanică farmaceutică. Lucrări practice*, vol. I, Citologie, histologie, organografie, Tehnoplast Company S.R.L., București, 2000
41. Palade Madelena, *Botanică farmaceutică. Citologie-Histologie-Organe vegetative-Organe de înmulțire*, ed. a II-a, Ed. Tehnică, București, 1999
42. Palade Madelena, *Botanică farmaceutică. Sistematică generală*, Ed. Tehnică, București, 1998
43. Păun M., Turenschi E., Ifteni L., Ciocârlan V., Moldovan I., Grigore S., Chirilă C., Pázmány D., Popescu Gh., *Botanică*, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1980
44. Sârbu A., *Biologie vegetală. Note de curs*, Ed. Universității din București, 1999
45. Șerban M., Roșoiu N., *Substanțe biologice active din organisme marine*, Ed. Academiei Române, București, 1992
46. Tudor Ilie și Minoni Mihai, *Plante medicinale miraculoase din flora României*, Ed. Artimed, București, 2004
47. Valnet Jean, *Tratamentul bolilor prin legume, fructe și cereale*, Ed. Ceres, București, 1991
48. Zarnea G., *Tratat de microbiologie generală*, vol. V, Ed. Academiei Române, București, 1994
49. www.worldimage.com, *Antioxidant Vitamin C Extra with Bioflavonoids*, Vitamin C extra. Additive-Free Dietary Supplement. American Made Product
50. www.slate.com, Fortini, Amanda, *The white stuff. How vanilla became shorthand for bland*
51. www.herbalgram.org
52. www.dava.ro
53. www.8.1911encyclopedia.org, The 1911 Edition Online Encyclopedia, LoveToKnow
54. www.palimpsest.stanford.edu, *A dictionary of Descriptive Terminology*, Etherington & Roberts

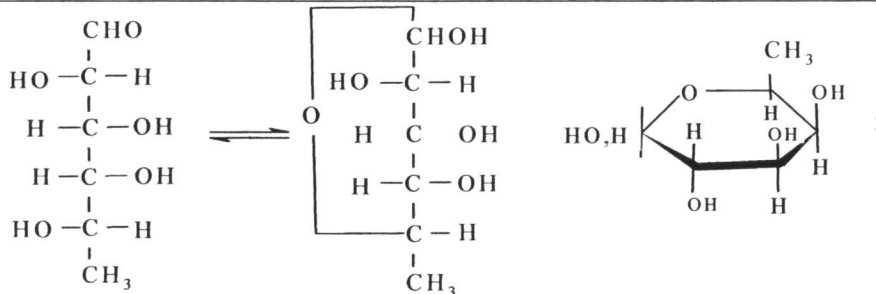
Anexa nr. 1
Glucide întălnite în heterozide

D-Glucoza	D-manoza L-ramnoza: 6-desoxi-L-manoză
D-apioza	L-ramnoza: 6-desoxi-L-manoză
D-hamameloză	D-digitoxoză: 2,6-didesoxi-D-aloză
Rutinoza: 6[α-L-ramnopiranozil]-D-glucopiranoză	D-cimaroza: 2,6-didesoxi-3-metoxi-D-aloză

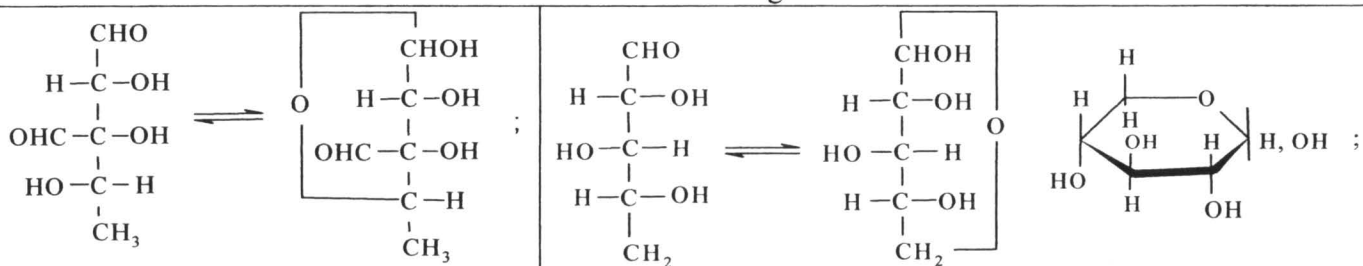
Glucide întâlnite în heterozide (continuare)



L-oleandroza: 2,6-didesoxi-3-metoksi-L-ramnoză

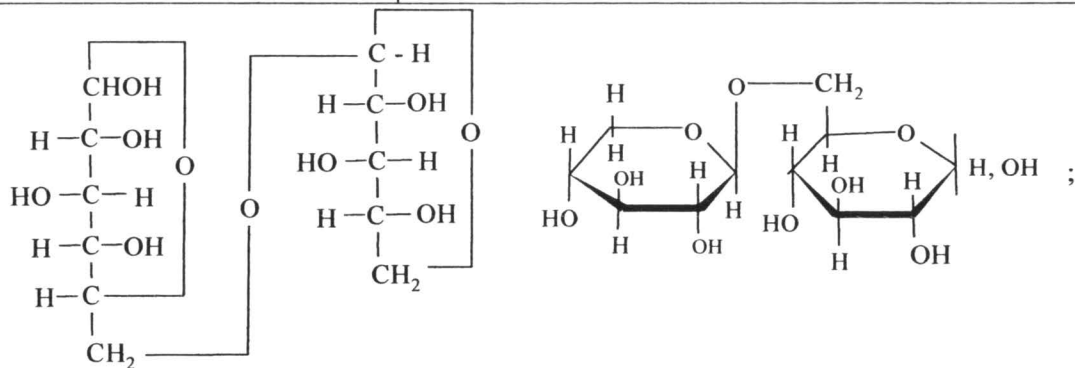


L-fucoza: 6-desoxi-L-galactoză

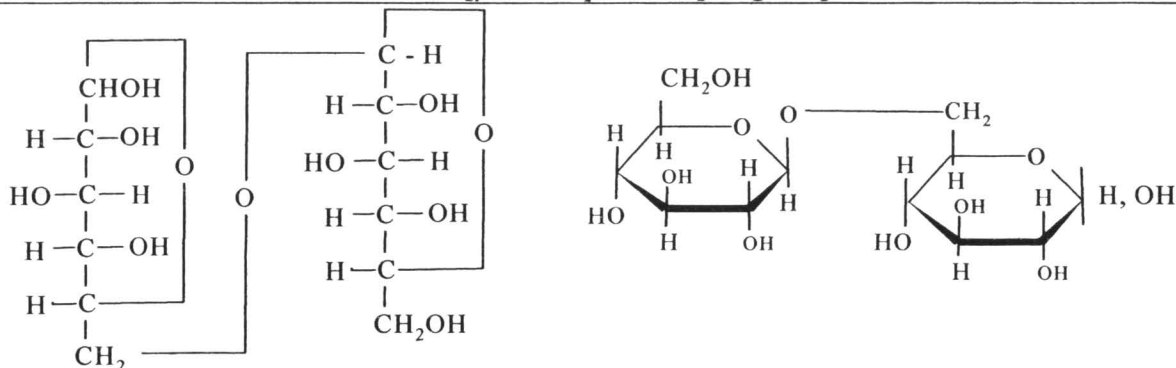


L-streptoza: 5-desoxi-3-formil-L-lixoză

D-xiloză



Primveroza: 6-[β-D-xilopiranozil]-D-glucopiranoză



Gentiobioza: 6-[β-D-glucopiranozil]-D-glucopiranoză



Fig. nr. 1. Alga albastru-verzuie *Spirulina*
(Regnul *Monera*)

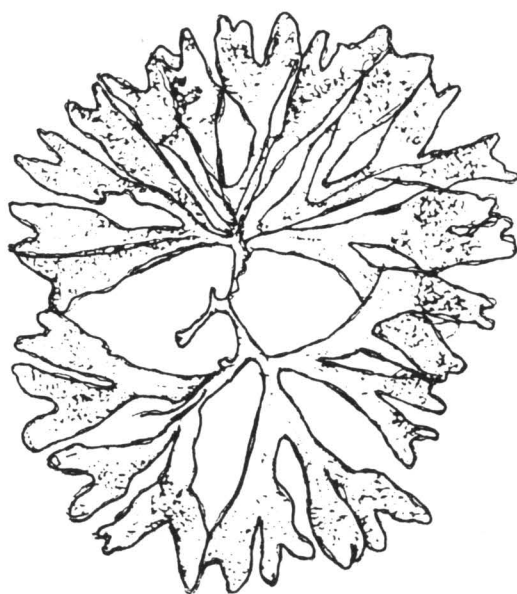


Fig. nr. 2. Alga brună *Fucus*: porțiune dintr-un tal
(Regnul *Protista*)



Fig. nr. 3. Alge *Siphonales*: *Vaucheria*:
porțiune dintr-un tal
(Regnul *Protista*)

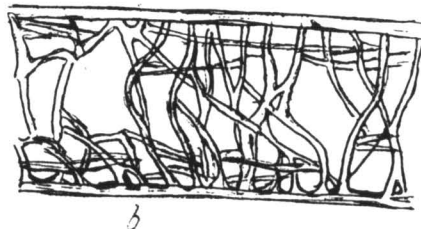


Fig. nr. 4. Alga cu structură acelulară *Caulerpa*:
a-aspect general; b-secțiune longitudinală
printr-un tal cu trame celulozice
(Regnul *Protista*)

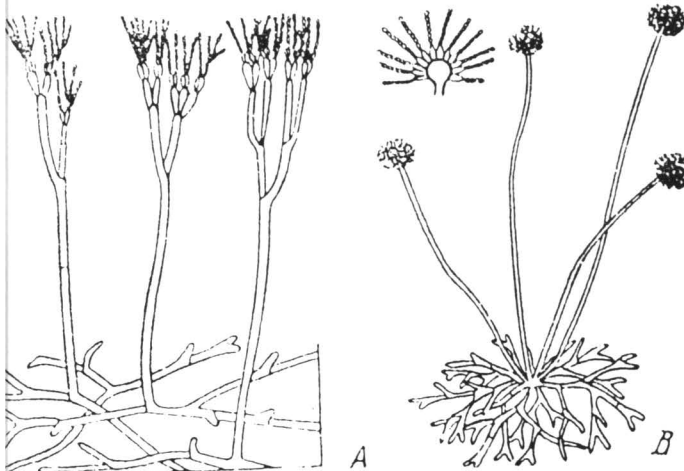


Fig. nr. 5. Ascomicete:
A-*Penicillium*; B-*Aspergillus*
(Regnul *Fungi*)



Fig. nr. 6. Bazidiomicete: ciuperca comestibilă
Morchella esculenta (sbârciogii)
(Regnul *Fungi*)

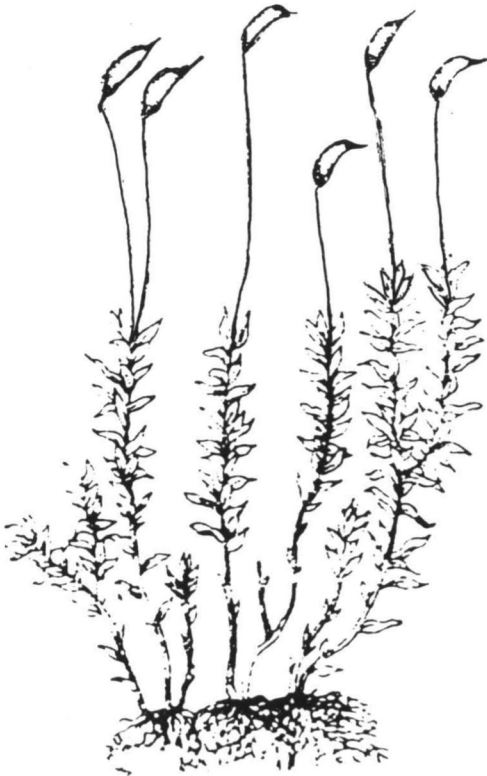


Fig. nr. 7. Un tip de mușchi frunzoși:
a-gametofit cu rizoizi; b-sporofit având
la vârf seta cu urna și spori
(Regnul *Plantae*)

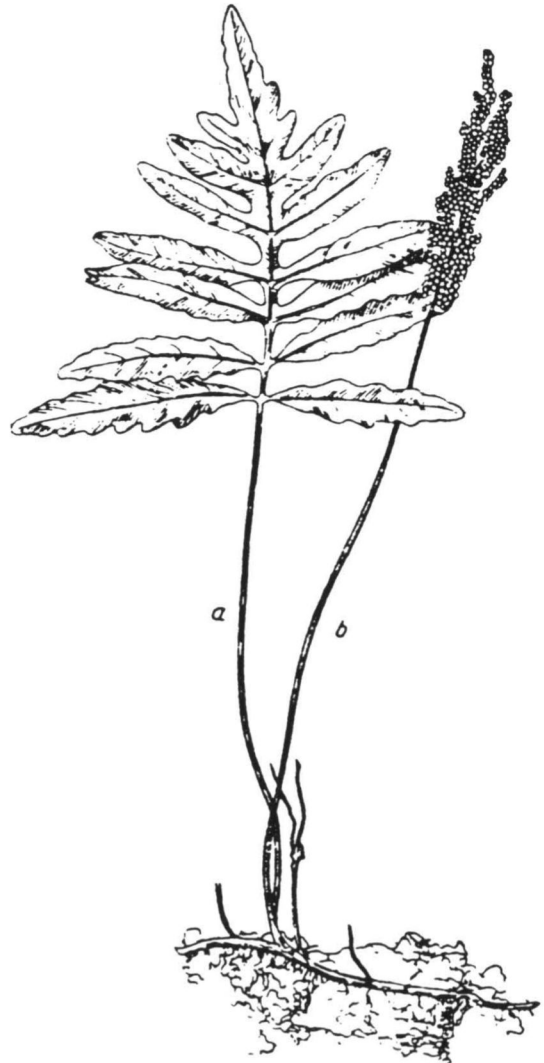


Fig. nr. 8. Feriga *Onoclea sensibilis* L.
a-frunza asimilatoare; b-frunza
fertilă (sporofilă)
(Regnul *Plantae*)



Fig. nr. 9. Licheni: *Cladonia rangiferina*
(lichenul renilor)
(Regnul *Fungi*)

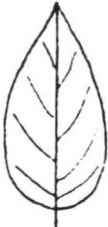
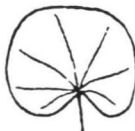
După forma vârfului	Obtuz 	Ascuțit 	Acuminat 	Mucronat 
După incizia limbului { Palmati - Penati	Limbul este incizat { până la bază mai mult de jumătate mai puțin de jumătate			Limb nedivizat Intreg 
	Sectat 	Fidat 	Lobat 	
				
După felul nervațiunii	Nervurile se întretaie și se ramifică Penat-nervată 		Nervurile nu se întretaie și nu se ramifică Palmat-nervată 	Nervațiune paralelă Arenat-nervată 

Fig. nr. 10. Diferite forme de frunze simple (I)

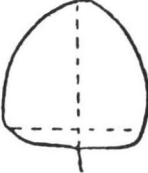
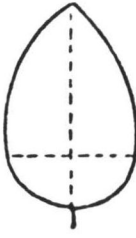
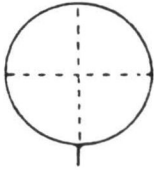
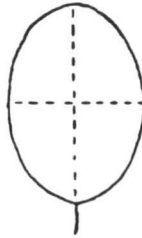
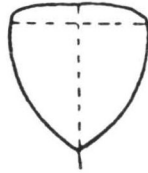
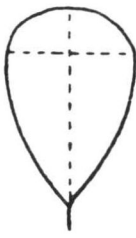
		Lungimea egală cu lăţimea (sau o între- ce cu foarte puţin)	Lungimea între- ce lăţimea de 1½-2 ori	Lungimea între- ce lăţimea cu 3-4 ori	Lungimea între- ce lăţimea mai mult de 5 ori
După forma generală Lăţimea cea mai mare se gă- seşte aproape de baza frunzei Lăţimea cea mai mare se găseşte la mijlocul frunzei Lăţimea cea mai mare se găseşte aproape de de vârful frunzei	Lat-ovală	Ovată	Lanceolată	Liniară	
					
	Orbiculară	Eliptică	Oblongă		Enziformă
					
	Lat-obovată	Obovată	Invers lanceolată		
					
După forma bazei	Cuneiformă	Rotunzită	Cordiformă	Sagitată	Hastată
					

Fig. nr. 11. Diferite forme de frunze simple (II)

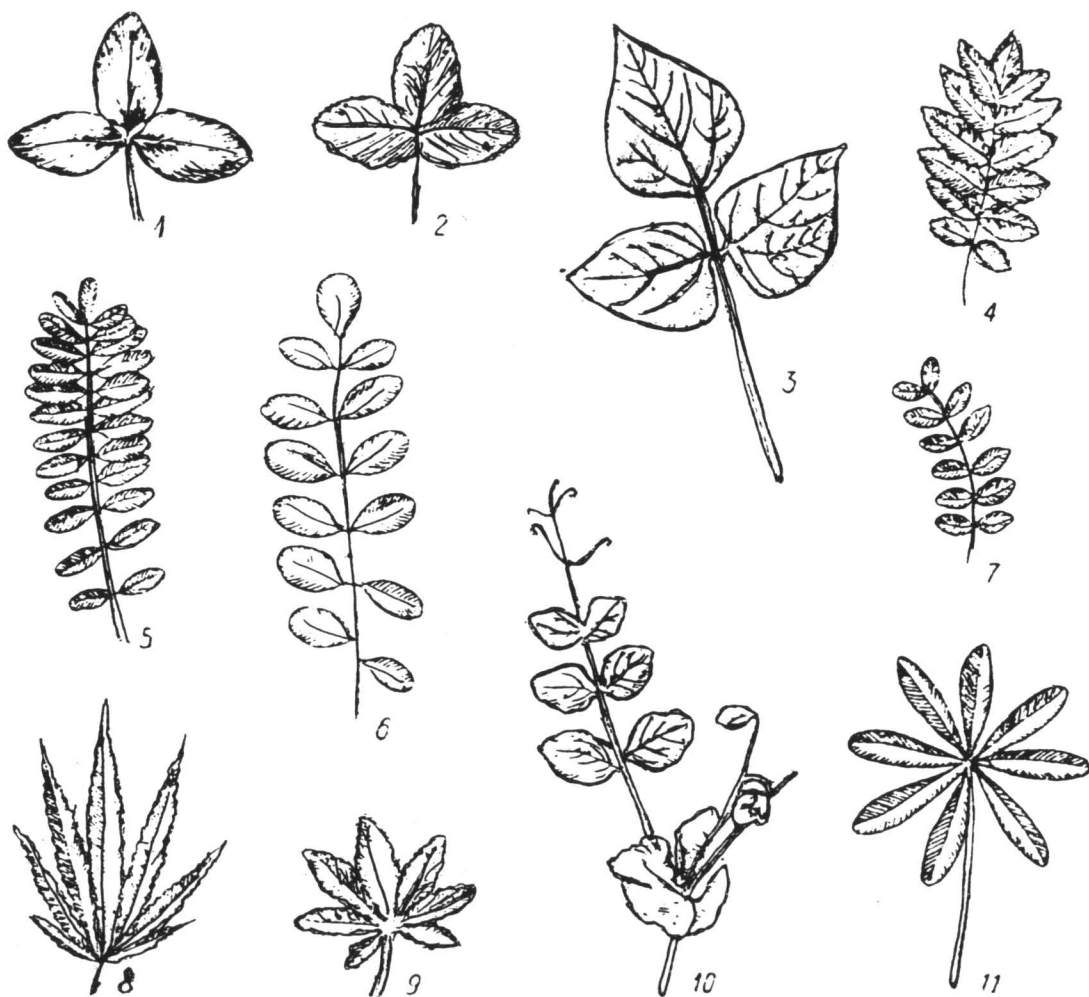


Fig. nr. 12. Frunze compuse: diferite forme de frunze trifoliolate, palmate și penate
 1-frunză de trifoi roșu; 2-de lucernă; 3-de soia; 4-frunză imparipenată de scoruș;
 5-de sparcetă; 6-de salcâm; 7-frunză paripenată; 8-frunză palmat-compusă de cânepă;
 9-de cinci-degete; 10-frunză penată de mazăre, cu cârcei; 11-frunză palmat-compusă de lupin

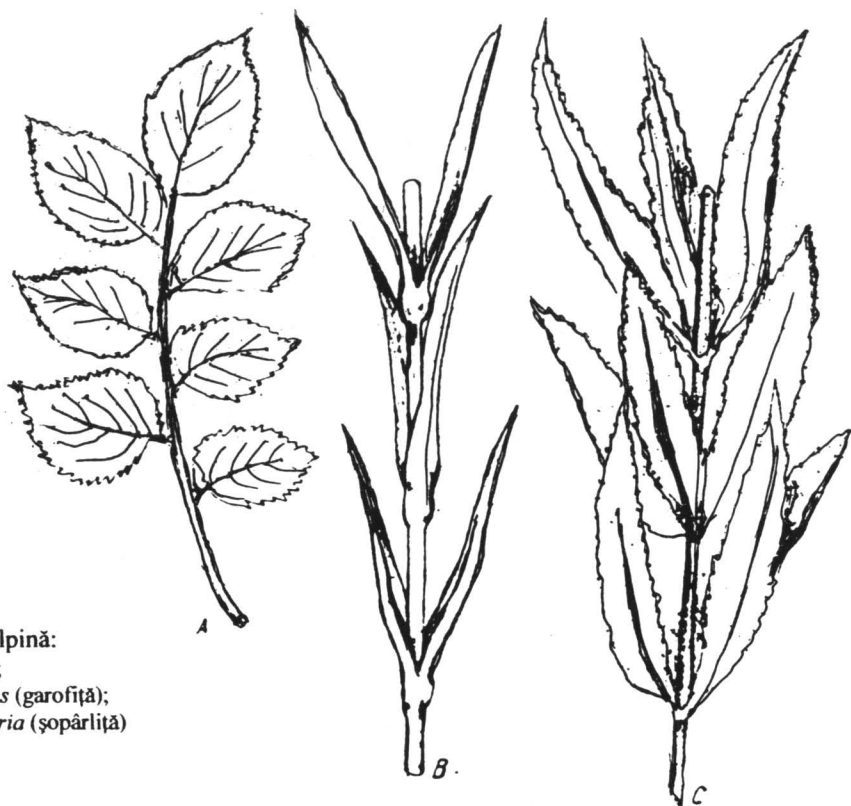


Fig. nr. 13. Dispoziția frunzelor pe tulpină:
 A-alternă la *Ulmus sp.* (ulm);
 B-opusă la *Dianthus barbatus* (garofiță);
 C-verticilată la *Veronica spuria* (șopârliță)



Fig. nr. 14. Transformarea treptată a staminelor (microsporofililor) în elementele învelișului floral



Fig. nr. 15. Tipuri de flori:
a-actinomorf (regulat); b-zigomorf (neregulat) având un singur plan de simetrie; c- zigomorf, fără plan de simetrie



Fig. nr. 17. *Quercus robur* L. (stejar):
a-ramură cu inflorescențe; b-floarea masculă; c-stamine;
d-floarea femelă; e-fructe (ghindă) în cupe; f-cupă

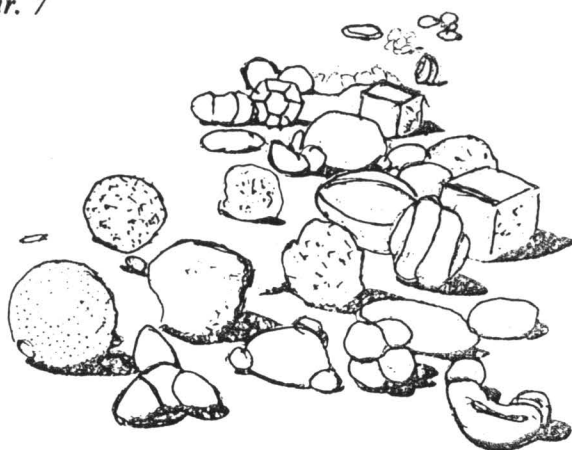


Fig. nr. 16. Diferite forme ale grăuncioarelor de polen de la angiosperme (schemă)



Fig. nr. 19. *Urtica dioica* L. (urzica mare):
a-ramura unei plante masculine; b-floarea masculă;
înainte de deschidere; c-aceeași, deschisă; d-ramură cu
inflorescență femelă; e-floarea femelă

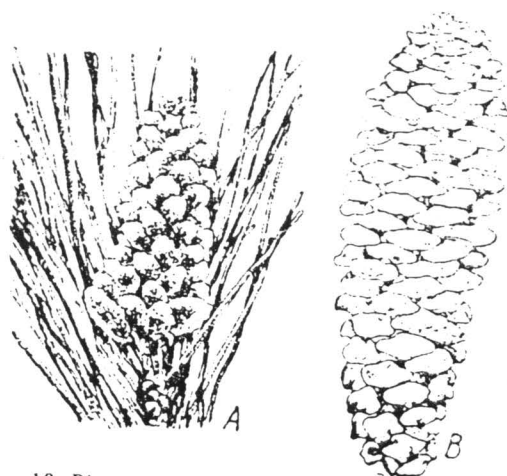


Fig. nr. 18. *Pinus* sp.:
A-o grupă de conuri masculine cu microsporofite;
B-conul matur cu semințe de pin

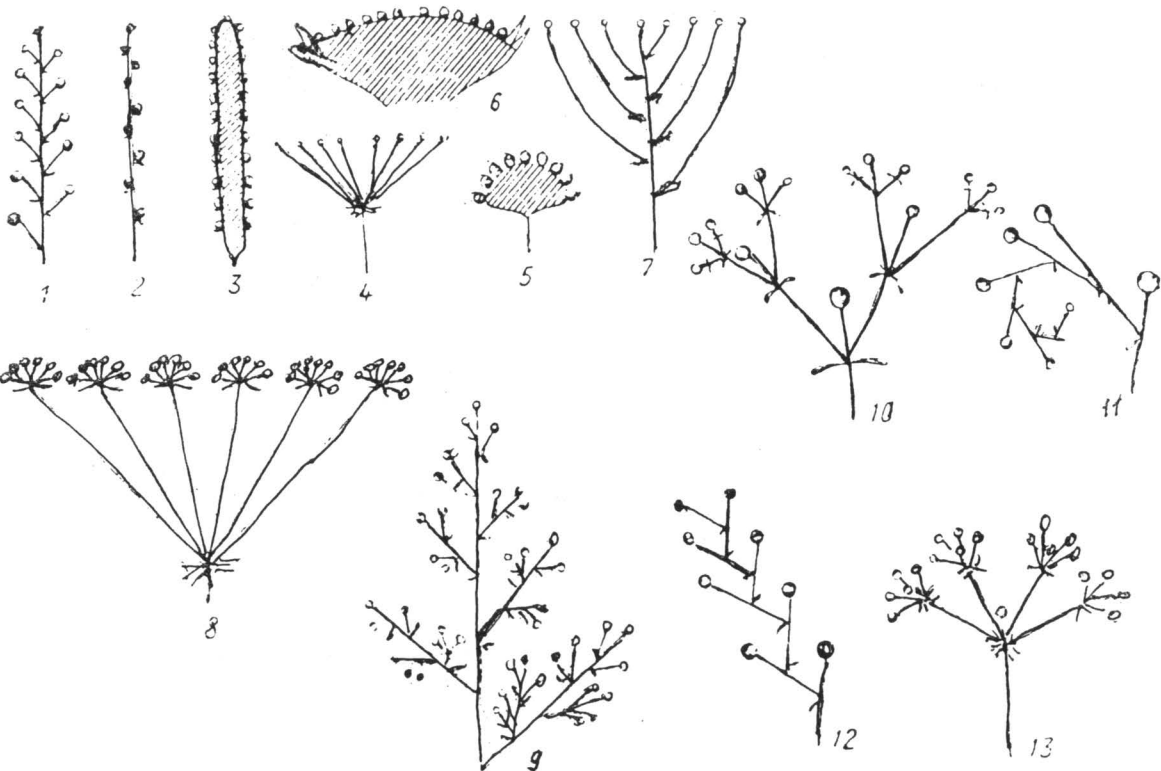


Fig. nr. 20. Tipuri de inflorescențe:

Inflorescențe simple: 1-racem simplu; 2-spic; 3-spadix; 4-umbelă; 5-capitul
6-calatidiu; 7-corimb. Inflorescențe compuse: 8-umbelă compusă; 9-racem compus.
Inflorescențe cinoase: dihaziu; 11-cimă unipară; 12-cimă scorpioidă; 13-pleiohaziu

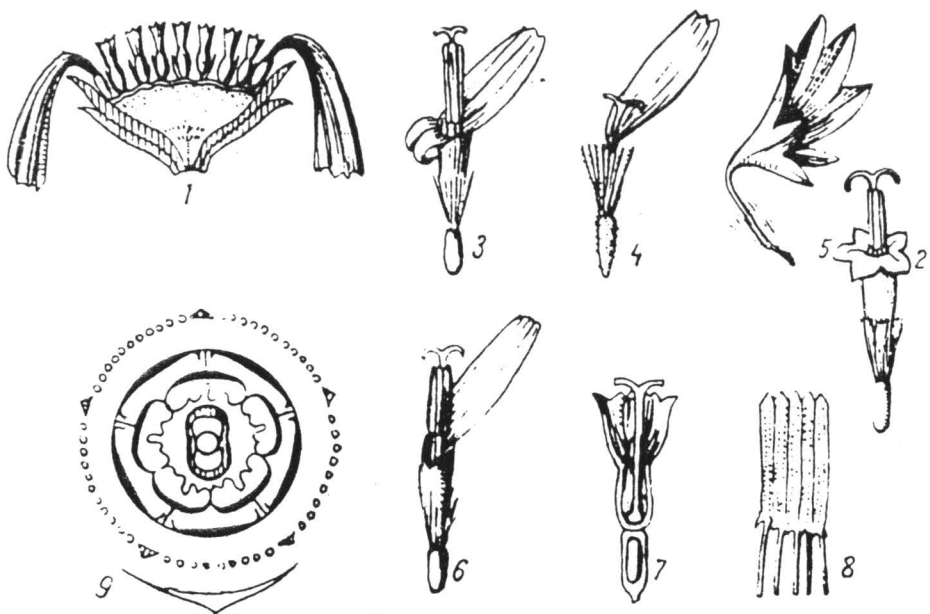


Fig. nr. 21. Inflorescențe și flori la unele plante din familia *Compositae*:

1-schema unui calatidiu secționat longitudinal; 2-floare tubuloasă; 3 și 4-flori ligulate sterile; 5-floare în formă de pânle; 6-floare ligulată; 7-secțiune longitudinală printr-o floare; 8-androceu desfăcut; 9-diagramă florală

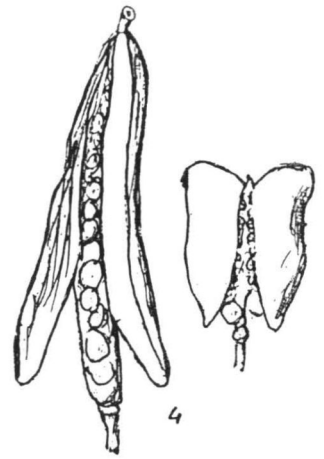
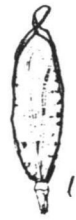
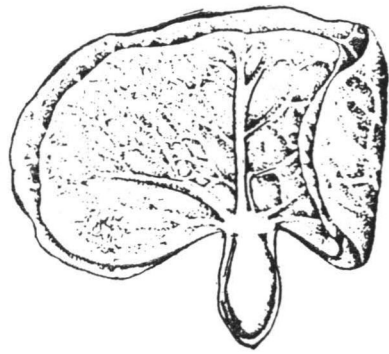


Fig. nr. 23. Tipuri de fructe (I):
1-foliculă; 2-păstaie; 3-păstaie deschisă; 4-silicvă; 5-siliculă



Fig. nr. 24. Tipuri de fructe (II: capsule):
1-se deschide prin dințișori (ex.: neghină); 2-septid (sunătoare);
3-loculicid (trei frați pătați); 4-prin pori (mațul de câmp);
5-printr-un căpăcel (măselariță); 6-capsulă cărnoasă ce
împrăștie activ semințele (slăbănog)

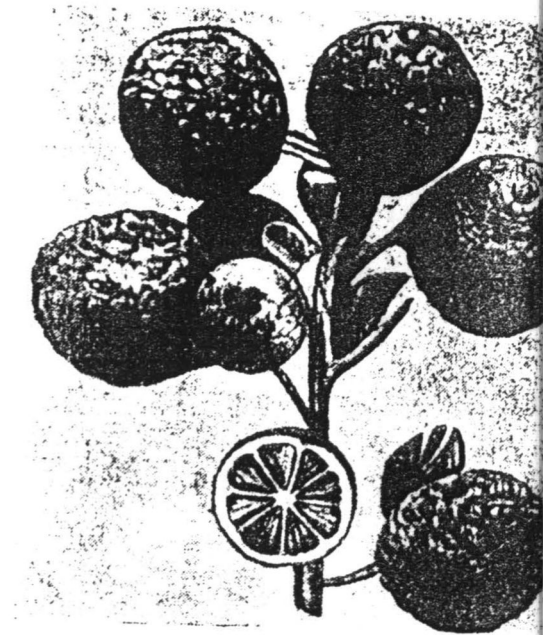


Fig. nr. 25. Tipuri de fructe (III):
bacă succulentă cu o pătură externă a
pericarpului pielosă (lămâi):

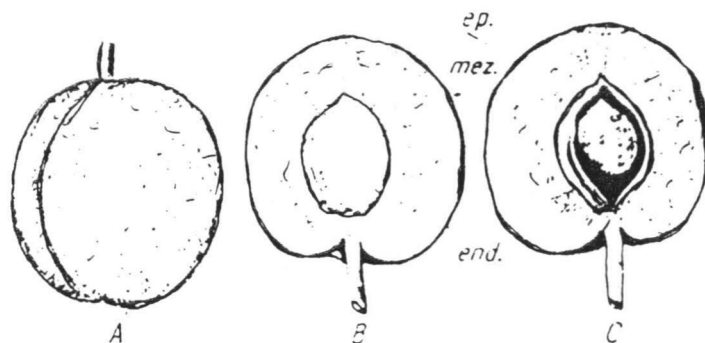


Fig. nr. 27. Tipuri de fructe (V):
poamă: A, B, C- secțiune longitudinală (prună);
ep.-epicarp; end.-endocarp; mez.-mezocarp

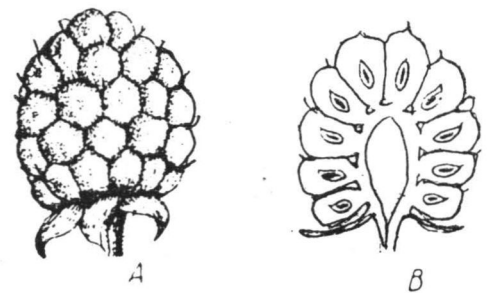


Fig. nr. 26. Tipuri de fructe (IV):
polidrupă: A-aspect general;
B-secțiune longitudinală (zmeură)



Fig. nr. 28. *Helianthus annuus* L. (floarea-soarelui):
exemplu de floare tubuloasă:
A-parte de sus a plantei (1-flori ligulate false; 2-flori tubuloase);
a-floarea tubuloasă mărită; 3-caliciu; 4-corola; 5-stamine cu antere
conerescute; 6-stigmat; B-inflorescanța privită dinspre bractee

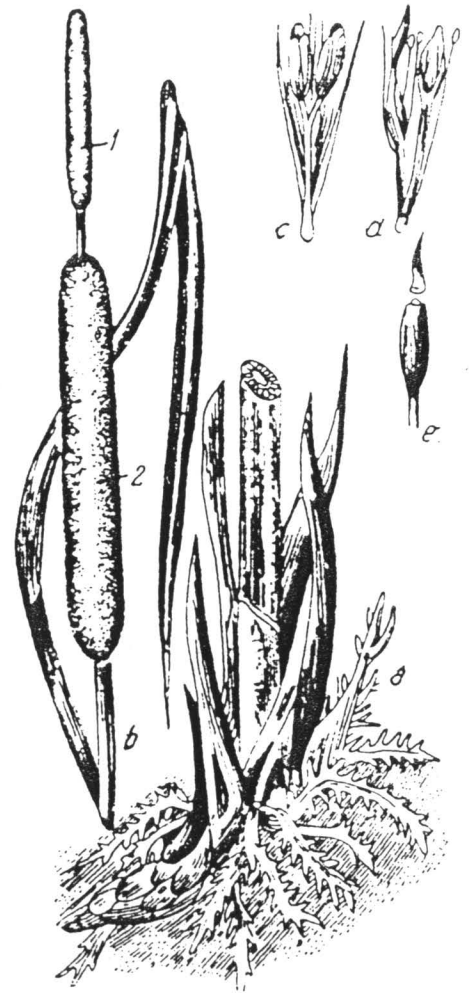


Fig. nr. 29. *Typha latifolia* L. (papură)
a-rădăcini și rizomi cu lăstari aerieni;
b-inflorescență (1-flori masculine; 2-femele);
c-floare masculă; d-floare femelă; e-fruct

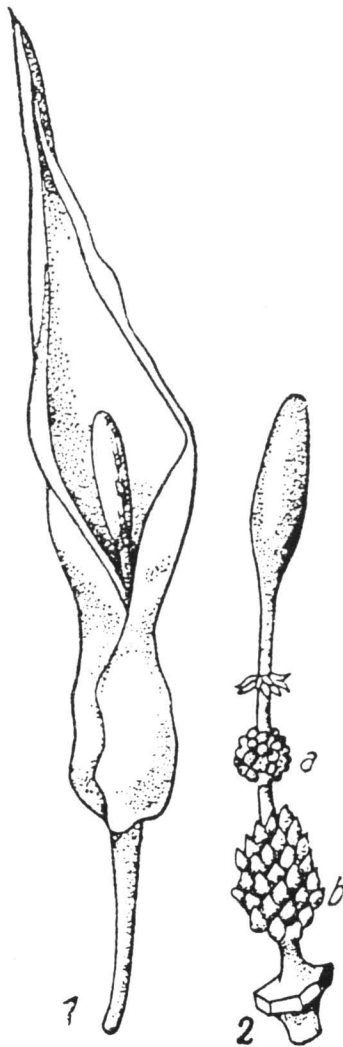


Fig. nr. 30. *Arum maculatum* L. (rodul-pământului)
1-spadice cu spată; 2-spadice fără spată;
a-flori masculine; b-flori femele

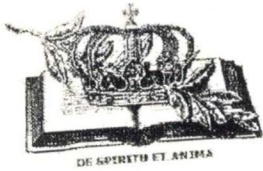


Fig. nr. 31. *Phoenix dactylifera* L. (curmal)
1-inflorescență bărbătească; 2- inflorescență femelă;
3-fruct; 4-fruct cu sămânță

Tiparul s-a executat sub c-da nr. 1512/2005
la Tipografia Editurii Universității din București

DATA RESTITUIRII		
20 NOV 2007		
27 MAR 2009		
27 MAR 2009		
28 MAR. 2011		
28 MAR. 2011		
16 MAR 2017		

BIBLIOTECA CENTRALA
UNIVERSITARA „CAROL I”



18,00 lei

Lucrarea intitulată *Compuși naturali cu acțiune terapeutică* reprezintă un material didactic complementar cursului cu același titlu predat studenților de la domeniul de master de „Chimie terapeutică”, dar și celorlalți chimiști și biochimiști care doresc să-și lărgescă cunoștințele de chimie organică legate în special de aplicațiile terapeutice ale compușilor naturali.

Bazat pe cunoștințele generale de chimie organică, în această lucrare sunt prezentate clase importante de compuși naturali cu acțiune terapeutică: glucide, heterozide, alcaloizi, vitamine, oligoelemente, taninuri, compuși polifenolici, chinone, coloranți naturali, principii amare, compuși terpenici etc., corelându-se structura chimică cu proprietățile și aplicațiile terapeutice ale acestora.

În premieră, pentru materialele didactice puse la dispoziția studenților chimiști, este capitolul de „Nutriterapie”, care prezintă prin prisma cunoștințelor de chimie organică, biochimie și biologie valoarea nutritivă și acțiunea terapeutică a alimentelor utilizate (zilnic), conștientizând astfel importanța lor pentru sănătatea fiecăruia. De asemenea, sunt prezentate critic unele aspecte legate de utilizarea aditivilor alimentari și a organismelor modificate genetic, evidențiindu-se beneficiile alimentelor.

O altă noutate a acestui material îl constituie capitolul „Noțiuni generale de clasificare a organismelor vegetale. Unități sistematice” care, face o scurtă și concisă incursiune în sistematica vegetală, capitol absolut necesar și totodată binevenit pentru completarea cunoștințelor chimiștilor mai puțin familiarizați cu biologia vegetală și botanica farmaceutică.

ISBN 973737117-8
ISBN 973737118-6



180 000 lei
18 lei noi